

Institut für Didaktik und Ausbildungsforschung in der Medizin
Klinikum der Universität München
Leitung: Prof. Dr. med. Martin Fischer, MME (Bern)

Untersuchung des Problemlösens
Medizinstudierender bei der Fallbearbeitung:
Kognitive Muster im Problemlöseprozess korrelieren
mit der richtigen Lösung des Falles

Dissertation
zum Erwerb des Doktorgrades der Medizin
an der Medizinischen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
René Ebersbach

aus
München

2014

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Universität München

Berichterstatter:	Prof. Dr. med Ralf Schmidmaier, MME
Mitberichterstatter:	Prof. Dr. Hans-Helge Müller Priv. Doz. Dr. Karin Meissner
Mitbetreuung:	Dipl. Psych. Jan Kieseewetter
Dekan:	Prof. Dr.med. Dr.h.c.M. Reiser, FACR, FRCR
Tag der mündlichen Prüfung:	03.04.2014

Diese Arbeit wurde publiziert in:

Kiesewetter J, **Ebersbach R**, Görlitz A, Holzer M, Fischer MR, Schmidmaier R. Cognitive Problem Solving Patterns of Medical Students Correlate with Success in Diagnostic Case Solutions. PLoS ONE 2013;8(8):e71486.

Impact Factor 2012: 3.73

Weitere Publikationen im Rahmen des Forschungsprojektes:

Schmidmaier R, **Ebersbach R**, Schiller M, Hege I, Holzer M, Fischer MR, Using electronic flashcards to promote learning in medical students: retesting versus restudying. Medical Education, 2011;45(11), 1101-1110.

Impact Factor 2012: 3.546

Schmidmaier R, Eiber S, **Ebersbach R**, Schiller M, Hege I, Holzer, M, Fischer MR, Learning the facts in medical school is not enough: which factors predict successful application of procedural knowledge in a laboratory setting? BMC Medical Education 2013; 13:28.

Impact Factor 2012: 1.409

Zusammenfassung

Einleitung

Klinisches Problemlösen (Medical Problem Solving, Clinical Reasoning) wird als eine der wichtigsten Kompetenzen des Arztes betrachtet. Um diese Kompetenz bereits im Studium gezielt fördern zu können, ist Kenntnis über das Problemlösen Medizinstudierender erforderlich. In dieser Studie wurde ein Modell aus der Problemlöseforschung adaptiert und verwendet, um die kognitiven Tätigkeiten im Problemlösen Medizinstudierender während der Fallbearbeitung zu erfassen.

Methode

Das Modell wurde mit Hilfe der qualitativen Textanalyse aus einer Pilotphase und aus dem Problemlösemodell nach Schoenfeld erstellt. 23 Studierende im klinischen Studienabschnitt bearbeiteten drei Fälle aus der Nephrologie mittels der Laut-Denk-Methode. Das Vorwissen wurde durch eine vorgeschaltete Lernphase und ein Assessment kontrolliert. Die transkribierten Aufnahmen wurden mit dem erstellten Modell kodiert. Es wurden qualitative und quantitative Methoden zur Auswertung angewendet.

Ergebnisse

Das „Modell für komplexes Problemlösen, adaptiert nach Schoenfeld“ beinhaltet folgende acht verschiedene kognitive Tätigkeiten: Benennung, Analyse, Exploration, Planung, Implementierung, Evaluation, Repräsentation und Integration. Alle Fallbearbeitungen konnten mit dem Modell kodiert werden, alle Tätigkeiten kamen vor. Wenn alle zentralen Tätigkeiten in einer Fallbearbeitung vorkamen, insbesondere Evaluation, Repräsentation und Integration, wurde dies als „vollständiges Modell“ benannt. Es wurde in der Mehrheit der Fallbearbeitungen gefunden (56%). Dieses Muster war personen- und fallunabhängig und korrelierte signifikant mit der richtigen Lösung des Falles.

Diskussion

Das „Modell für komplexes Problemlösen, adaptiert nach Schoenfeld“ ist geeignet, empirisch die kognitiven Tätigkeiten Medizinstudierender zu beschreiben. Die Tätigkeiten Evaluation, Repräsentation und Integration sind entscheidend für die richtige Lösung des Falles. Weitere Studien sollen untersuchen, ob das Modell in anderen Kontexten angewandt werden kann und wie im Medizinstudium die Problemlösekompetenz gezielt gefördert werden kann.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	iv
Inhaltsverzeichnis	v
Abbildungs- und Tabellenverzeichnis	vi
1 Einleitung	1
1.1 Hintergrund der Arbeit.....	1
1.2 Der Problemlöseprozess Medizinstudierender bei der Fallbearbeitung.....	3
1.3 Problemlöseforschung und Handlungstheorie	9
1.4 Das handlungstheoretische Problemlösemodell nach Schoenfeld, einfaches und komplexes Problemlösen	11
1.5 Anwendung der Handlungstheorie auf die Domäne Medizin	15
1.6 Fragestellung.....	19
2 Methoden und Materialien.....	20
2.1 Ein Modell für das Problemlösen Medizinstudierender – Induktive Kategorienbildung und Adaptation des Modells von Schoenfeld	20
2.2 Durchführung des Laborexperimentes.....	22
2.3 Datenaufbereitung und Auswertung	25
3 Ergebnisse.....	28
3.1 Das <i>Modell für komplexes Problemlösen, adaptiert nach Schoenfeld</i> besteht aus acht kognitiven Tätigkeiten.....	28
3.2 Das <i>Modell für komplexes Problemlösen, adaptiert nach Schoenfeld</i> , ist geeignet, das Problemlösen Medizinstudierender bei der Fallbearbeitung zu beschreiben.....	29
3.3 Die einzelnen kognitiven Tätigkeiten des <i>Modells für komplexes Problemlösen, adaptiert nach Schoenfeld</i>	33
3.4 Muster der kognitiven Tätigkeiten des <i>Modells für komplexes Problemlösen adaptiert nach Schoenfeld</i>	47
3.5 Das Muster „vollständiges Modell“ korreliert signifikant mit der richtigen Lösung des Falles. Es besteht kein Zusammenhang mit Vorwissen, Studienfortschritt, Alter und Geschlecht.	51
4 Diskussion	53
4.1 Diskussion der Ergebnisse	53
4.2 Limitationen der Modellerstellung und des Experimentes	64
4.3 Weiterer Forschungsbedarf und Anwendungsmöglichkeiten für die medizinische Ausbildung	66
5 Literatur	71
6 Anhang : Beispieltranskripte und Falltexte	77
6.1 Zwei Beispieltranskripte	77
6.2 Die Falltexte der drei klinischen Fälle	81
6.3 Erklärung	84
7 Danksagung	85

Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Abbildung 1: Verlaufsdarstellung des hypothetisch-deduktiven Modells nach Gräsel	6
Abbildung 2: Der „Kreislauf der Innovationen“	10
Abbildung 3: Problemlösemodell nach Schoenfeld.....	12
Abbildung 4: Problemlösemodell nach Schoenfeld.....	13
Abbildung 5: Ablauf der Modellfindung	22
Abbildung 6: Ablauf des Experimentes	25
Abbildung 7: Balkendarstellung der Zeitanteile der kognitiven Tätigkeiten an der gesamten Fallbearbeitungszeit	31
Abbildung 8: Summative Verlaufsdarstellungen der Fallbearbeitungen	32
Abbildung 9: <i>Analyse und Benennung</i>	36
Abbildung 10: Schleifen in den Fallbearbeitungen.....	48
Abbildung 11: Häufigkeiten der Übergänge zwischen den Tätigkeiten für alle Fallbearbeitungen.	48
Abbildung 12: Verlaufsdarstellungen unvollständiges und vollständiges Modell	50
Abbildung 13 : Häufigkeiten der richtigen Lösung in Relation zum vollständigen Modell	52
Abbildung 14: Schema des <i>Modells für komplexes Problemlösen, adaptiert nach Schoenfeld</i>	56
Tabelle 1: Die Entwicklung vom Studierenden zum Arzt.....	5
Tabelle 2: Die kognitiven Tätigkeiten im Beispiel und bei Schoenfeld im Vergleich.....	16
Tabelle 3: Die acht kognitiven Tätigkeiten des Modells.....	28
Tabelle 4: Die Verteilung der kognitiven Tätigkeiten	31
Tabelle 5: Ergebnisse des Assessments	51
Tabelle 6: Häufigkeiten der richtigen Lösung in Relation zum vollständigen Modell	52
Tabelle 7: Das hypothetisch-deduktive Modell und das <i>Modell für komplexes Problemlösen, adaptiert nach Schoenfeld</i>	61

1 Einleitung

1.1 Hintergrund der Arbeit

Wo begegnet dem Medizinstudierenden das klinische Denken, wo erlernt er das klinische Problemlösen?

Es begegnet ihm in den zahlreichen klinischen Praktika, oft bei der Begegnung mit den Patienten, mit sogenannten „Fällen“. Man stelle sich einen Studierenden im Blockpraktikum Innere Medizin vor, der einen Stationsarzt bei der Visite begleitet und beobachtet. Der Arzt sichtet schweigend die Befunde und die Kurve, dann betritt er das Patientenzimmer. Bei der Patientin, die an einem fortgeschrittenen Pankreaskarzinom leidet, hört er zu und stellt ein paar Fragen. Der Studierende ahnt, dass der Arzt innerlich die vorher gelesenen Informationen, die Mitteilung der Pflege, sein Wissen und die Wahrnehmung vom Vortag miteinander in Beziehung bringt. Allerdings kann er nur darauf schließen, dass der Arzt kognitiv hoch aktiv ist. Denn dieser spricht seinen Denkprozess nicht aus, nur einzelne Äußerungen sind für den Studierenden fassbar: Fragen, Erklärungen, Anordnungen. Das eigentliche klinische Denken und Problemlösen, mit der sich der Arzt in dieser komplexen Umgebung von mehreren Patienten mit verschiedensten Problemen, Mitarbeitern, Telefonaten und einem Studierenden zurecht findet, bleibt verborgen. Vielleicht staunt der Studierende und fragt sich, wie er das erlernen soll?! Als er den Arzt fragt, warum er diese oder jene Anordnung getroffen habe, bekommt er als Antwort einen Ausschnitt des Prozesses, der sich direkt auf die Frage bezieht, aber nicht einen wirklichen Einblick in den Prozess. Denn das klinische Denken läuft in vielen Teilen unbewusst und automatisch ab^{1,2}, so dass Ärzte, die aufgefordert werden, zu erklären, was sie getan oder gesagt haben, oft dann erst beginnen, bewusst darüber nachzudenken. Unter Umständen beschreiben sie dann nicht ihren wirklichen Denkprozess, sondern das, was sie denken, das in dieser Situation gedacht werden sollte³. Wenn man zum Beispiel als Arzt bei einem bekannten Patienten auf Station mit neu aufgetretener Übelkeit MCP (Metoclopramid) verschreibt, so kann schnell und eher unbewusst ablaufen, dass MCP bei Übelkeit auf dieser Station Standard ist, die Operation bereits fünf Tage zurückliegt und die Narkosenachwirkung nicht mehr in Betracht kommt, dass der Patient am Morgen Stuhlgang hatte und keine Obstruktion im Darm vorliegt, und deshalb MCP bei den weiteren Vorerkrankungen des Patienten eine gute Wahl ist. Wäre man gefragt, warum man das verordnet habe, so würde man wohl kaum den tatsächlichen Denkprozess beschreiben, sondern würde vielleicht sagen, dass der Patient bei bekannter Gastritis bereits Omeprazol als PPI (Protonenpumpeninhibitor) erhält und dass MCP die Darmmotilität fördere. Das klinische Denken begegnet dem Studierenden zunächst als eine Art von „Black Box“ des Arztes.

Wo begegnet der Arzt dem klinischen Denken und Problemlösen des Studierenden?

Man stelle sich wiederum eines der zahlreichen klinischen Praktika vor, beispielsweise ein Bedside-Teaching auf einer neurologischen Station. Der dozierende Arzt stellt den anwesenden Studierenden

eine Patientin mit ständigem Drehschwindel, Übelkeit und Erbrechen vor. Sie muss liegen, damit sie den Zustand ertragen kann. Mit der Frenzelbrille kann man einen Nystagmus erkennen. Der Dozent fragt: „Und, was hat die Patientin?!“ Die Studierenden denken angestrengt und schweigend nach. Auf seine wiederholte Nachfrage sagt jeder mehr oder weniger unsicher seine Verdachtsdiagnose, wie „Morbus Menière“. Sie sind alle falsch. Man kann den Eindruck haben, dass durch den Stress, den sich die Studierenden untereinander aussetzen, durch die geschlossene Frage des Dozenten, und durch das ganze angespannte Setting kein klares und ruhiges Denken möglich ist. Der Dozent nimmt nur die Endpunkte der Denkprozesse der Studierenden wahr, nicht den Prozess. Er korrigiert, indem er erklärt, dass es sich um eine Neuronitis vestibularis handle. Aber er kann den Studierenden nicht zeigen, wo der Fehler in ihrem klinischen Denken liegt, da er deren Denkprozess nicht wahrgenommen hat, der zum falschen Endpunkt führte^{2,4}.

Wo erlernen Studierende klinisches Denken, außer durch Nachahmen und eigene Erfahrungen in klinischen Praktika?

Die Methode hierfür ist das Lernen an Patientenfällen⁵⁻⁷. Man stelle sich ein Tutorial vor. Ein pädiatrischer Fall mit dem Leitsymptom Gastroenteritis wird von einer kleinen Gruppe Studierender bearbeitet. Der Dozent instruiert die Gruppe, die Differentialdiagnosen an das Flip-Chart zu schreiben, und sich zu jeder einzelnen Differentialdiagnose zu überlegen, welche Symptome für sie sprechen, und mit welcher Untersuchung man sie beweisen oder verwerfen könnte. Diese Methode des differentialdiagnostischen Denkens, die den Lehrbüchern der Differentialdiagnose zugrunde liegt, ist zwar eine nützliche Methode für den Unterricht, hat aber wenig mit dem realen klinischen Denken des Arztes gemeinsam, das weitaus schneller abläuft und mehrere Differentialdiagnosen parallel behandelt, dadurch komplexer ist und in den Erklärungen weniger elaboriert ist. Es hat aber auch wenig mit dem tatsächlichen Denken der Studierenden zu tun, die erst dazu instruiert werden müssen. Doch wie ist dann das klinische Denken Medizinstudierender bei der Fallbearbeitung beschaffen? Kann man es charakterisieren, oder ist es unsystematisch, individuell⁸?

Wie kann man einen Blick in eine solche „Black Box“ des Studierenden werfen?

Dazu muss der Studierende möglichst unverfälscht seine kognitiven Vorgänge äußern können. Es muss eine ruhige Situation hergestellt werden in der der Studierende frei vom psychischen Druck durch Mitstudierende und Dozenten ist. So dass er sich selber überlassen ist und seine Denkprozesse einfach aussprechen kann. Diese könnte man dann aufzuzeichnen und explorativ untersuchen. Ein Ergebnis könnte sein (wie in dieser Studie dargestellt), dass Studierende in mehreren Schritten Informationen über den Patienten einholen, ihre Fragen und Verdachtsdiagnosen evaluieren, und sich ab und zu vergegenwärtigen, auf welchem Stand ihre Fallbearbeitung ist, und schließlich eigenständig den Fall abschließen.

Wie könnte man mit solchen Erkenntnissen einen Unterricht gestalten, der das klinische Denken fördert?

Man stelle sich einen solchen möglichen Unterricht vor: Der Dozent bearbeitet einen Fall, beispielsweise in einem Seminar. Die anwesende kleine Gruppe Studierender lernt durch sein Modell, indem er für sie laut denkend den Fall bearbeitet, und dabei das Evaluieren seiner Differentialdiagnosen, das Aussprechen seiner Repräsentation des Falles und den Abschluss der Fallbearbeitung hervorhebt. Anschließend bearbeitet nun einer der Studierenden, ebenfalls laut denkend, einen weiteren Fall. Der Dozent beobachtet das Vorkommen der eben genannten kognitiven Tätigkeiten. Sind sie vorhanden, ermutigt er den Studierenden, diese bewusst einzusetzen. Sind sie nur teilweise vorhanden, kann der Dozent gezielt helfen, wie der Studierende seinen Denkprozess optimieren kann. Wenn beispielsweise die Repräsentation des Falles fehlt und der Studierende die Übersicht verliert, so dass er beispielsweise ein entscheidendes Laborergebnis vergisst zu berücksichtigen, kann der Dozent dazu auffordern, dass der Studierende sich immer wieder den bisherigen Stand der Fallbearbeitung ins Gedächtnis ruft. Das kann der Studierende dann mit Fällen aufsteigender Komplexität üben.

Ein solcher Unterricht berücksichtigt, was man empirisch über die „Black Box“ des Medizinstudierenden wissen kann. Auf diese Weise bringt man ihm nicht äußerlich Strategien bei, sondern kann aus der Kenntnis seines Denkens heraus seine individuellen Ressourcen fördern. Dieses Vorgehen ist zwar aufwendig, hilft dem Studierenden aber individuell auf seinem Weg zu einem kompetent klinisch denkenden Arzt.

1.2 Der Problemlöseprozess Medizinstudierender bei der Fallbearbeitung

Klinisches Denken (Clinical Reasoning) ist der kognitive Aspekt der klinischen Arbeit. Es beinhaltet die Symptome des Patienten und die anschließenden Anamnesefragen, die körperliche Untersuchung und die korrekte Interpretation der Informationen und Ergebnisse, um die richtige Diagnose und Therapie effizient zu erreichen^{9,10}. Die heute gängige englische Bezeichnung Clinical Reasoning beinhaltet auch die Komponenten des Problemlösens, Argumentierens und Schlussfolgerns. Im Folgenden wird hierfür die Übersetzung „klinisches Denken“ verwendet. Weitere Bezeichnungen sind Clinical Cognition, Diagnostic Reasoning oder Diagnosekompetenz. Letzteres betont die Fähigkeit, die Diagnose zu finden. Es gibt mehrere Bezeichnungen, die verschiedene Schwerpunkte setzen. Man kann das klinische Denken als Problemlösen in der Medizin bezeichnen (Clinical Problem Solving; Medical Problem Solving)¹⁰⁻¹⁴. „Problem solving in clinical medicine is the process whereby the doctor finds out what is wrong with the patient“¹⁵. Boshuizen gibt einen Überblick über die Verwendung des Begriffs „Problemlösen“ in der Medizin“¹⁶.

Innerhalb des klinischen Denkens kann der Prozess des Problemlösens (Medical Problem Solving) und der Prozess der Entscheidungsfindung (Medical Decision Making) separat von der

Wissensrepräsentation gesehen werden^{10,12}. Das Wissen ist das Material, das in den Prozessen des Problemlösens und des Entscheidens angewendet wird. Von diesen drei Komponenten ist der eigentliche Prozess des Problemlösens die am wenigsten erforschte Komponente.

Medical Decision Making wird intensiv beforscht¹⁷ und ist mit einer eigenen Gesellschaft („Society for Medical Decision Making“ <http://www.smdm.org/>) und einem eigenen Journal vertreten („Medical Decision Making MDM“, <http://mdm.sagepub.com/>). Entscheiden bezeichnet den Denkprozess, bei dem zwischen mindestens zwei Alternativen eine Wahl getroffen wird, und unterscheidet Vorbereitung, Entscheidung und Evaluation¹⁸. Häufig werden dabei statistische Methoden und Theoreme angewandt, insbesondere das Bayestheorem. Diesen mehr analytischen Methoden der Entscheidungsfindung stehen intuitiv getroffene Entscheidungen gegenüber, die im medizinischen Alltag häufig sind, und manchmal mit ihnen im Konflikt stehen können¹².

Das medizinische Wissen ist ebenfalls ausführlich untersucht. Man unterscheidet den Erwerb, die Repräsentation und die Anwendung des medizinischen Wissens (Transfer). Beispielsweise wurde erst kürzlich die Frage untersucht, ob und in welchem Maß Testen dem Wissenserwerb dient¹⁹. Die Wissensrepräsentation entwickelt sich im Laufe des Studiums und der Arbeit in aufeinander folgenden Stadien. In der Vorklinik bzw. zu Beginn des Studiums erlernt der Studierende die wissenschaftlichen Grundlagen und pathophysiologisches Wissen. Dieses Wissen wird in der Klinik bzw. im weiteren Studienverlauf immer weiter elaboriert, die Kausalketten der Krankheitsbilder stehen im Vordergrund. Mit weiterem Fortschritt im Studium und durch zunehmenden Kontakt zu Patienten und Krankheitsbildern wird dieses elaborierte pathophysiologische Wissen zusammengefasst zur Schema- und Skriptform. Das Wissen wird „enkapsuliert“ zu Skripten von Krankheiten (Illness Scripts)²⁰:

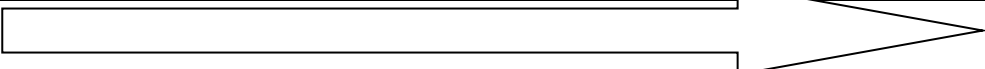
Den Zugriff auf das Wissen betreffend, entwickeln Studierende durch die Erfahrungen im Patientenkontakt zunehmend die Fähigkeit, Krankheiten und Situationen direkt wiedererkennen zu können. Diese Art des Denkens, in dem man schnell ganze Muster und Gestalten von Krankheiten erkennt bzw. schnell und automatisch über Wissen verfügen kann, wird auch als nicht-analytisches Denken oder Mustererkennen (Non-analytic Reasoning, Pattern Recognition) bezeichnet, im Gegensatz zum analytischen Denken durch Nachdenken (Analytic Reasoning). Der Zugang des Studierenden zu seinem Wissen ist allgemein gesprochen eher analytisch und langsam. Der fortgeschrittene Arzt dagegen gelangt eher durch schnelles, nicht-analytisches Mustererkennen zu seinem Wissen. Muster- oder Gestalterkennen gilt als Merkmal des Experten^{21–25}.

Wissen ist zentraler Inhalt des Studiums und lässt sich mit Prüfungen erfassen. Über den Prozess des Problemlösens ist dagegen weit weniger bekannt. Schon 1997 bemängelte Gräsel, dass der Prozess des Diagnostizierens, seine Evaluation und Instrumente zu seiner Erfassung zu wenig im Fokus der medizinischen Ausbildungsforschung liege²⁶

Im Problemlöseprozess werden verschiedene Strategien (Heuristiken) unterschieden, die sich im Laufe des Studiums und der klinischen Arbeit entwickeln. Hierbei werden meist die umfassende Problemlösestrategie des „hypothetisch-deduktiven Modells“ (Hypothetico–Deductive Model) und die zuvor genannte Mustererkennung untersucht und beschrieben^{6,27}. Es werden auch weitere Strategien untersucht, die aber meist nur einzelne Komponenten des Problemlöseprozesses darstellen, z.B. der Einfluss reflektiven Denkens auf die richtige Falllösung bei Medizinstudierenden und Ärzten^{28–30}, oder der Einfluss von einzelnen Patientenbegegnungen, die Studierenden als Vorlage für weitere Begegnungen dienen, sogenannte Instance Scripts^{31,32}. Unter dem hypothetisch-deduktiven Modell versteht man ein Testen von Hypothesen. Aus Informationen über den Patienten werden Hypothesen generiert und getestet. Diese Strategie, Hypothesen zu generieren und zu testen, wurde erfolgreich empirisch beobachtet^{8,14,21,33,34} und im Detail beschrieben^{6,22,25,35}. Harasym et al fügen den beiden genannten Strategien weitere hinzu: die Vorstufe des Ratens (Guessing) und die Strategie nach hierarchisch geordneten Entscheidungsbäumen vorzugehen (Scheme Induction). Die folgende Tabelle zeigt einen Überblick über die Entwicklung vom Studierenden zum erfahrenen Arzt mit den entsprechenden Strategien. Die Expertise nimmt von links nach rechts zu³⁵.

Tabelle 1: Die Entwicklung vom Studierenden zum Arzt

Strategie	Raten (Guessing)	Hypothetisch- deduktiv (Hypothetical Deductive)	Entscheidungs- bäume (Scheme Inductive)	Mustererkennen (Pattern Recognition)
Entwicklungs- stadium	Student (Novice)	Fortgeschrittener Student, Assistenzarzt (Intermediate)	Facharzt (Expert)	



Das hypothetisch-deduktive Problemlösemodell

Das zentrale Problemlösemodell für Fallbearbeitungen in der Medizin ist das hypothetisch-deduktive Modell¹⁰. Es beschreibt das Generieren und Testen von Hypothesen. Es ist eine ständige Interaktion zwischen dem „Außen“ und „Innen“ des Arztes, zwischen den kognitiven Vorgängen in seinem Bewusstsein, und der äußerlichen wahrnehmbaren Situation. Das Innen wird auch als Hypothesenraum bezeichnet, in dem der Arzt Hypothesen bildet, verändert und evaluiert. Die Interaktion zwischen Innen und Außen geschieht mittels Fragen und Untersuchungen.

Der kognitive Prozess beginnt immer damit, dass vom Arzt Daten aufgenommen werden und erste frühe Hypothesen gebildet werden³⁶. Dies führt zu weiterer Anforderung von Informationen durch Fragen und Untersuchungen, deren Ergebnisse zu Veränderungen im Hypothesenraum führen. Wenn

die Informationen für den Arzt ausreichend sind, wird der Prozess mit Diagnose und Therapie beendet. Die Schlüsselrolle spielen die frühen Hypothesen, die die weitere Fallbearbeitung bestimmen, da man von ihnen aus die weiteren Daten und Untersuchungen bestimmt (deduktives Vorgehen). Die folgende Abbildung gibt einen Überblick über den Prozess mit einer Verlaufsdarstellung, die von Gräsel entwickelt wurde²⁶.

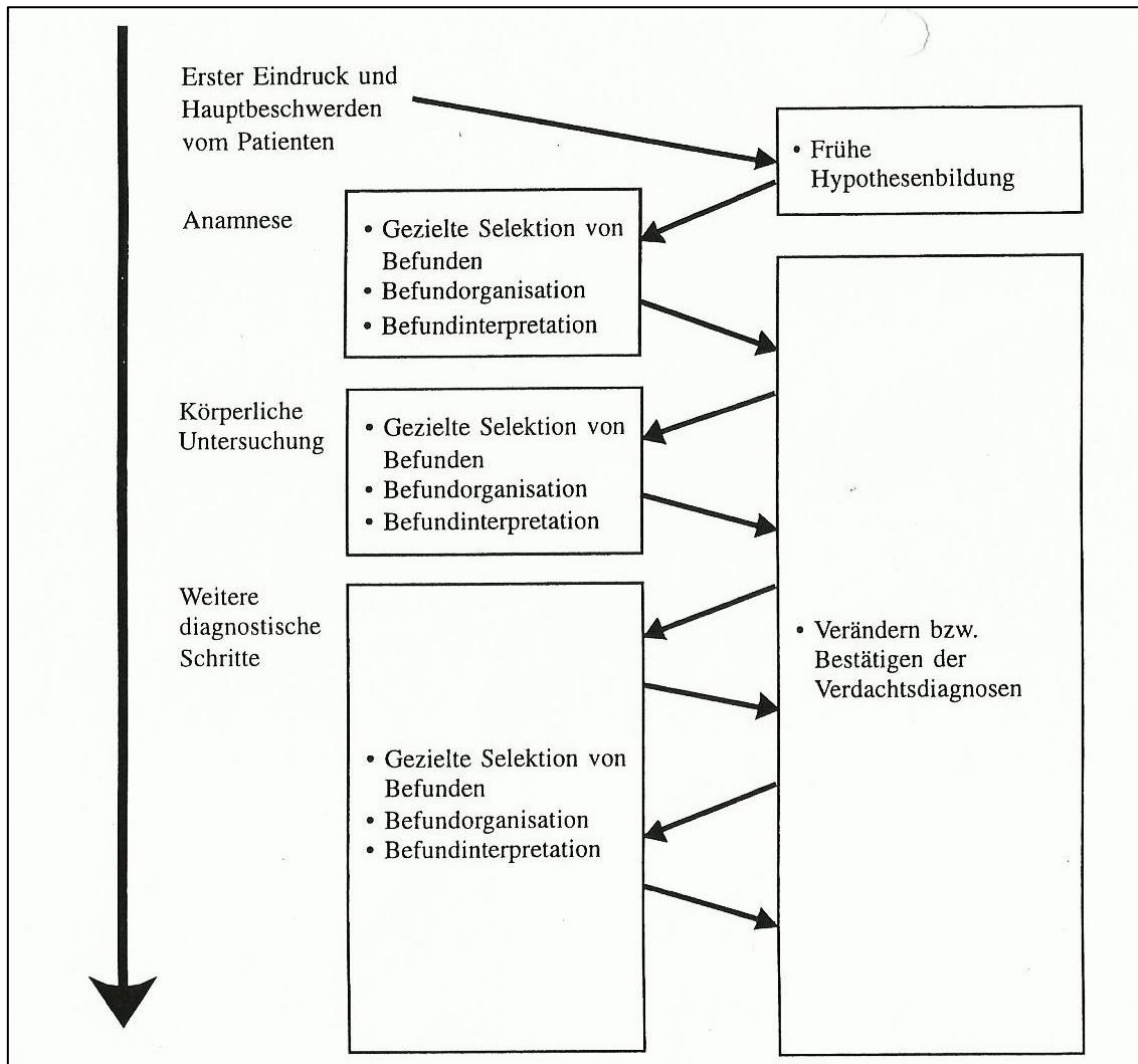


Abbildung 1: Verlaufsdarstellung des hypothetisch-deduktiven Modells nach Gräsel

Dieses Problemlösemodell wurde von Elstein etabliert¹³, von Barrows empirisch in mehreren Studien adaptiert³, und von Gräsel an Medizinstudierenden beobachtet⁸. Es beschreibt den Problemlöseprozess im Ganzen, und nicht nur einzelne Strategien und Komponenten des Problemlösens wie die Hypothesengenerierung durch Scheme Induction oder Mustererkennen.

Die bisher dargestellten Modelle sind die etablierten Modelle zur Beschreibung des Problemlösens in der Medizin. Allerdings wird bemängelt, dass sie nicht ausreichen, um das reale klinische Denken in seiner ganzen Komplexität abzubilden. Es mangle an umfassenderen Modellen². Es sollten auch im Unterricht die verschiedenen Aspekte des klinischen Denkens berücksichtigt werden³⁷. Darum wurde von Charlin et al eine empirische Studie durchgeführt, in der sechs erfahrene klinische Ärzte unterschiedlicher Fachrichtungen ihre eigenen kognitiven Prozesse bei wiederholten Patientenbegegnungen beobachteten. Diese wurden im Team diskutiert und mit Hilfe qualitativer Verfahren festgehalten. Mittels einer Software (Modelling using Typified Objects, MOT) wurden die kognitiven Prozesse als graphisches Netzwerk mit Konzepten und Verbindungen dargestellt. Das aufgestellte Modell beinhaltet ein Hauptmodell, das detaillierter in fünf weiteren graphischen Tafeln dargestellt wird. Das Modell wurde in einem zweiten Schritt von 12 erfahrenen Ärzten in weiteren Patientenbegegnungen sowohl in der Selbst- als auch in der Fremdbeobachtung validiert. Das Modell beschreibt ausführlich den Weg von der ersten Repräsentation des Problems bis hin zur Diagnose, die als „Categorisation for the purpose of action“ beschrieben wird. Die Komponenten des Wissens und der Metakognition wurden mit einbezogen. Das Modell hat den Anspruch, den gesamten Prozess des klinischen Denkens im Überblick zu erfassen, unabhängig vom Fachbereich und der einzelnen Patientenbegegnung. Es stellt damit eine Gegenbewegung zu der bisherigen Forschung dar, die versuchte den komplexen Prozess klinischen Denkens auf Wesentliches zu reduzieren und zu vereinfachen².

Die Erforschung des klinischen Denkens bezieht sich meist auf Ärzte (Experten). Als Ärzte oder Experten werden im Folgenden Ärzte mit langjähriger Erfahrung verstanden, wie Fachärzte oder Oberärzte. Studierende (Novizen) werden im Rahmen der Expertiseforschung untersucht: Wenn man wissen will wie sich der Studierende zum Arzt entwickelt, werden Novizen-Experten-Vergleiche durchgeführt. Die oben genannten Modelle wie das hypothetisch-deduktive Modell stammen aus der Erforschung des problemlösenden Denkens von Experten, und werden auf Novizen angewandt³⁸. Dementsprechend liegen nur wenige Studien zum klinischen Denken Medizinstudierender vor. Die Arbeiten der letzten zehn Jahre zum Thema Clinical Reasoning thematisieren das klinische Denken von Experten und im Rahmen der Expertiseforschung auch das klinische Denken von Novizen^{1,10,12,22,25,35}. In den aktuellen Übersichtsarbeiten zum klinischen Denken, den Büchern von Higgs und Kassirer, existieren keine eigenen Kapitel zum Denken Studierender^{6,27}. Kassirer führt eine Vielzahl von Fällen aus, die von erfahrenen Ärzten Experten bearbeitet wurden, damit Studierende an diesem Modell lernen können. Dies ist der weithin vertretene pädagogische Ansatz zum Erlernen klinischen Denkens: Die Studierenden lernen am Modell der Ärzte¹. Wenn der Prozess des klinischen Denkens Medizinstudierender untersucht wird, werden vor der Untersuchung meist instruktionale Maßnahmen durchgeführt. Man zeigt den Studierenden eine Strategie des Experten wie beispielsweise eine Form der hypothetisch-deduktiven Methode (Backward Reasoning) oder Mustererkennung, und untersucht danach, ob sich etwas im Denken der Studierenden geändert hat^{7,8,21,22}. Es fehlen

empirische Studien, die das klinische Denken Medizinstudierender explorativ untersuchen, d.h. ohne Intervention mit Strategien des Experten.

In den Studien von Gräsel wurde untersucht, ob Medizinstudenten die beiden Unterformen der hypothetisch-deduktiven Methode verwenden, die vorwärts- oder rückwärtsgerichtete Strategie⁸. Als vorwärtsgerichtete Strategie (Forward Reasoning) bezeichnet man, dass von Symptomen und Befunden ausgegangen wird und daraufhin gezielt Diagnosen entwickelt werden. Als rückwärtsgerichtete Strategie (Backward Reasoning) bezeichnet man, dass Hypothesen aufgestellt werden, und mit ihnen nochmals die Symptome und Befunde betrachtet werden. In zwei Studien untersuchte Gräsel anhand von Anämiefällen, die von 14 Studierenden mittels der Laut-Denk Methode bearbeitet wurden, ob die Fallbearbeitungen mit diesen Strategien zu erfassen waren. Es zeigte sich, dass einige die vorwärtsgerichtete (3/14) und einige die rückwärtsgerichtete Strategie verwendeten (5/14). Allerdings nutzten viele Studierende keine der beiden Strategien, sondern sammelten Informationen und ordneten ihnen Hypothesen zu, ohne die einzelnen Symptom-Hypothesenkomplexe untereinander in Beziehung zu setzen und entsprechende Konsequenzen zu ziehen (6/14). Die Strategie dieser Studenten wurde von Gräsel und Mandl als „Datensammeln“ bezeichnet. Sie erwies sich als besonders ineffektiv, keiner der „Datensammler“ erreichte die richtige Lösung.

Das Ergebnis dieser Studie bedeutet, dass das zentrale Problemlösemodell in der Erforschung des klinischen Denkens von Ärzten nicht hinreichend geeignet ist, das klinische Denken Studierender befriedigend zu erfassen. Es kann es zwar beschreiben, aber in dieser Studie der größten Untergruppe der Studierenden nur einen Mangel konstatieren. Es beschreibt Sammeln von Daten und unterscheidet bei dieser Gruppe nicht weiter, was erfolgreiches und erwünschtes Verhalten ist und gestärkt werden sollte. Wenn man zuvor eingeführte Einteilung nach Harasym betrachtet (Tabelle 1), so ist das hypothetisch-deduktive Modell das Modell, das das Denken der Studierenden beschreibt „Raten“ dagegen ist streng genommen keine Strategie und kein Modell. Scheme Induction und Mustererkennung sind die Problemlösestrategien des erfahrenen Arztes. Es wird offensichtlich, dass ein Mangel an einem Modell für die weitere Erforschung des klinischen Denkens Medizinstudierender bei der Fallbearbeitung besteht, da keines der bisher dargestellten etablierten Modelle hierfür ausreichend geeignet ist.

Man kann die Prozesse im klinischen Denken weiter beleuchten, indem man auf Erkenntnisse der kognitiven Psychologie und anderer Wissenschaften außerhalb der Medizin zurückgreift, die die kognitiven Prozesse im Menschen untersuchen. Pottier und Blanchon untersuchen den Zusammenhang von kognitiver Psychologie und Medizin, so wie zuvor schon Harden, und empfehlen, die kognitive Psychologie und andere Disziplinen, die die menschliche Kognition erforschen, mit einzubeziehen^{10,36}.

Aus der Problemlöseforschung in Psychologie, Mathematik und Pädagogik ist bekannt, dass Menschen dazu tendieren, stets die gleichen kognitiven Tätigkeiten zu verwenden, wenn sie mit einem

Problem konfrontiert werden, ganz gleich welche inhaltliche Problemstellung gegeben ist. Solche grundlegende, vielseitig anwendbare kognitive Tätigkeiten wurden vielfach erforscht und definiert. Eine häufig verwendete Definition stammt von Polya³⁹:

1. Verstehen des Problems
2. Entwerfen eines Plans
3. Ausführen des Plans
4. Evaluation der Ergebnisse

Man kann solche Tätigkeiten genauso gut als Aktivitäten oder Prozesse des Denkens bezeichnen. Tätigkeit bzw. Aktivität unterstreicht, dass es sich um den handlungsbezogenen Aspekt der Kognition handelt. Solche kognitive Tätigkeiten finden sich in Fülle in kognitiver Psychologie, Pädagogik und Mathematik u. A. bekannt als „Handlungstheorie“, das Denken über das Handeln^{40,41}. Diese Tätigkeiten sind als Modell weithin akzeptiert, um den Prozess des Problemlösens zu beschreiben und zu optimieren, sowohl allgemein als auch in einer speziellen Domäne wie beispielsweise die der Medizin⁴².

1.3 Problemlöseforschung und Handlungstheorie

Problemlösen ist eine grundlegende kognitive Fähigkeit und ist in mehreren Bereichen als allgemeine Fähigkeit erforscht worden (Kommunikationsforschung, pädagogische Psychologie, Mathematik, kognitive Psychologie). Problemlösen ist Alltag. Man vollzieht es täglich in Beruf und Freizeit, zugleich kann es aber auch „eine der höchsten Formen geistiger Aktivität“ darstellen, je nachdem wie schwierig und bedeutend das Problem ist¹⁸. Problemlösendes Denken versteht man als „Teil menschlicher Handlungsregulation zuständig für Nicht-Routine-Situationen, in denen Hindernisse den Weg zum Ziel versperren und zielführende Aktionen überdacht werden müssen. Im Unterschied zu blindem Versuchs-und-Irrtums-Lernen ist problemlösendes Denken eine wissensgestützte Tätigkeit.“⁴⁰. In der Entwicklung der Problemlöseforschung gab es zwei grundlegend verschiedene Richtungen⁴². Die eine versuchte Problemlösen mittels Tests in der Laborsituation zu erfassen, und war in Europa, vor allem in Deutschland, stark vertreten. Daraus entstanden Modelle, die möglichst viele Faktoren des komplizierten Vorganges des Problemlösens mit einbezogen, wie Motivation, Emotion oder Gedächtnis. Das Modell, das diese Entwicklung sozusagen auf die Spitze getrieben hat, ist das „Psi-Modell“ von Dörner⁴³. Hierbei wird versucht, alle Faktoren, die am Problemlöseprozess beteiligt sind, in einem großen „Bauplan einer Seele“ darzustellen. Die andere Richtung ging dagegen in die verschiedenen Tätigkeits- und Berufsfelder wie Management, Creative Writing, Wirtschaft oder Politik, und versuchte, direkt in der realen Situation das Problemlösen zu erforschen. Diese Strömung wurde vor allem in Nordamerika vertreten. Für diesen Ansatz waren die Schritte, die Phasen des Problemlösens aus der Handlungstheorie ein ideales Instrument, das Problemlösen eher unkompliziert erfassen zu können, da die reale Situation bereits komplex ist und eine Vereinfachung verlangt.

Handlungstheorie

Handlungstheoretische Modelle sehen einen kognitiven phasenhaften Handlungsablauf vor. Ein Problem wird durch das Denken mittels Hypothesentesten überwunden und gelöst. Der Fokus liegt weniger auf den Hypothesen selber, die für die Lösung des Problems geprüft werden sollen, als vielmehr auf den kognitiven Prozessen des Hypothesentestens. Traditionell werden verschiedene Phasen bzw. Schritte des Handlungsablaufes differenziert. Schon 1910 legte Dewey in seinem Buch „How We Think“ dar, dass das Problemlösen eine bestimmte Abfolge von Schritten einnehme⁴⁴. Bis heute haben seine Ausführungen nicht an Gültigkeit verloren, und viele weitere Modelle folgten, z.B. die Grundlagenarbeit des Mathematikers Polya, dessen Modell bereits oben beschrieben worden ist³⁹.

Es ist offensichtlich, dass es sich hierbei um einen grundlegenden Problemlösevorgang handelt, ein Kontinuum, das je nach Detaillierungsgrad und Gewichtung in verschiedene Schritte und Phasen eingeteilt werden kann. In den verschiedensten Domänen finden sich solche Modelle. Selbst in einer Domäne wie der neuropsychiatrischen Rehabilitation kann man solche Schritte finden: Die „Goal Management Theory“ und ihre Folgemodelle. Bei Menschen, die eine Schädigung des Frontalkortex aufweisen, können das Planen und das zielvolle Ausführen eingeschränkt sein. Rehabilitationsprogramme bringen den Patienten mit solchen Schritten bei, wie man alltägliche Probleme lösen kann⁴⁵. Die folgende Abbildung von Bugdahl aus der Wirtschaftspädagogik stellt das Finden von Innovationen als einen Kreislauf handlungstheoretischer Phasen dar. Man erkennt den phasenhaften Ablauf und den Weg vom Problems über die Lösungssuche bis hin zu Ausführung eines Plans, der kennzeichnend für handlungstheoretische Modelle ist⁴⁶.

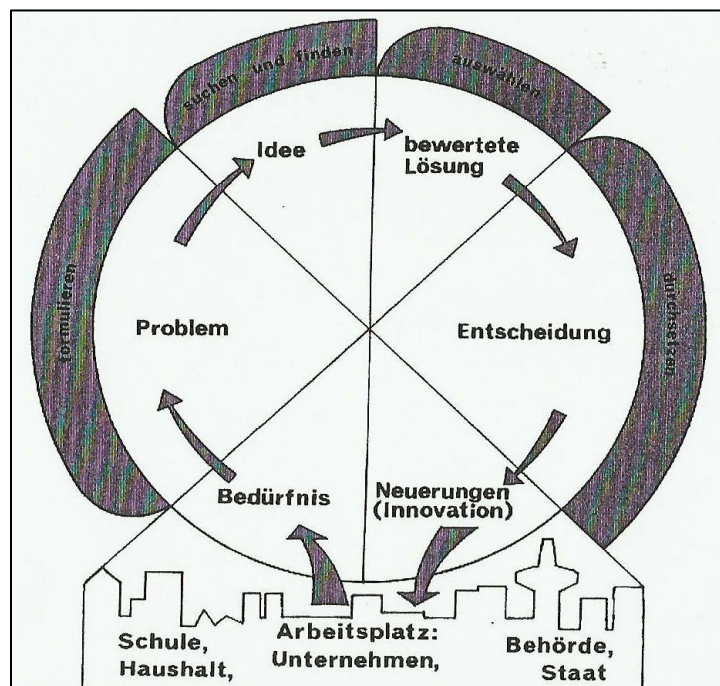


Abbildung 2: Der „Kreislauf der Innovationen“

Das handlungstheoretische Problemlösemodelle nach Schoenfeld und das Lösen komplexer Probleme

Schoenfeld führte die Arbeit von Polya weiter und ist bis heute Standard der mathematischen Problemlöseforschung.^{47,48} Schoenfeld ist, wie auch Polya, Mathematiker, und erforschte das Problemlösen in der Mathematik. Ihre Modelle sind jedoch für alltägliches, allgemeines Problemlösen gedacht, und nicht auf die Mathematik beschränkt. In der kognitiven Psychologie arbeitete Funke als Experte in diesem Gebiet die gesamte Entwicklung der Problemlöseforschung auf^{18,40}. Sein Verdienst ist es u. A., den Unterschied zwischen einfachen und komplexen Problemlösen detailliert ausgearbeitet zu haben. Dieser Unterschied ist von entscheidender Bedeutung, um das Problemlösen innerhalb einer Domäne wie der Medizin verstehen zu können. Im Folgenden wird zuerst das Modell von Schoenfeld als ein Repräsentant für einfaches Problemlösen dargestellt, und anschließend das komplexe Problemlösen besprochen.

1.4 Das handlungstheoretische Problemlösemodell nach Schoenfeld, einfaches und komplexes Problemlösen

Wenn eine einzelne Aufgabe gegeben ist, die sich nicht ändert, wird dies als einfaches Problemlösen bezeichnet. Im Ausgangsproblem sind bereits alle relevanten Ausgangsinformationen gegeben. Klassisches Beispiel hierfür ist eine mathematische Aufgabe, der keine neuen Aufgabenteile zugefügt werden. Daher wird es auch das „statische Problemlösen“ genannt. Die meisten handlungstheoretischen Modelle, inklusive der drei bisher genannten Modelle, beziehen sich auf einfaches Problemlösen. Beim komplexen oder dynamischen Problemlösen hingegen, das später besprochen wird, ändert der Problemlöser durch seine Eingriffe die Ausgangslage, oder die Ausgangslage wird durch andere Umstände geändert⁴⁰. Das einfache Problemlösen war über Jahrzehnte Gegenstand der klassischen Problemlöseforschung, indem mit einfachen, überschaubaren Aufgaben unter Laborbedingungen das Problemlösen erforscht wurde (z.B. die Problemlöseaufgabe „der Turm von Hanoi“).

Der Ablauf des Problemlösemodells nach Polya ist ein idealtypischer Ablauf, und wurde auch als Instruktion für den Unterricht verwendet. Allerdings wurde bemängelt, dass die vier Schritte zu ungenau seien, und sich schlecht für empirische Forschung eignen würden⁴⁹. Schoenfeld entwickelte empirisch ein Folgemodell in sechs Schritten. Sein Modell stellt damit eine Besonderheit in der handlungstheoretischen Forschung dar, in der meist mit instruktionalen Modellen und Kreisläufen gearbeitet wird, die nicht systematisch empirisch durch Studien gefunden werden, sondern aus der Literatur, aus dem Unterrichten und der alltäglichen Beobachtung entwickelt werden. Durch explorative induktive Forschung in mehreren Studien arbeitete er die Schritte des Modells aus und entwickelte Instruktionen für den Unterricht. Sein Modell ist dadurch für die Auswertung empirischer Forschung mittels Laut-Denk-Protokollen geeignet⁴⁸, bewährte sich aber auch als Instruktion, sowohl

in Studien von Schoenfeld selbst⁵⁰ als auch von anderen Autoren^{51,52}. Seine Forschung fasste er in seinem Buch „Mathematical Problem Solving“ zusammen⁴⁸. Schoenfeld etablierte zudem eine Auswertungsmethode zur Analyse der Laut-Denk-Protokolle, genannt „Protocol Analysis“. Hierbei werden die Aufnahmen transkribiert, Textabschnitte werden nach den Schritten des Modells kodiert. Die Schritte des Modells bezeichnet er als kognitive Tätigkeiten (Activities). Die auf diese Weise gewonnenen kodierten Textabschnitte, die „Episoden“, werden als Verlaufsdarstellung dargestellt und ausgewertet. Auf eine statistische Auswertung verzichtet Schoenfeld. Seine weitere Absicht bestand darin, die Rolle von Metakognition im Problemlöseprozess zu verstehen. Das Problemlösemodell nach Schoenfeld besteht aus sechs kognitiven Tätigkeiten:

- Read - Lesen der Aufgabenstellung
- Analyze – Das Problem erfassen und verstehen
- Explore – Strategien anwenden um einen Lösungsweg zu finden
- Plan – Lösung planen
- Implement – Anwenden des Planes
- Verify – Bestätigen oder Verwerfen des Planes, Review und Prüfung

Die folgende Abbildung zeigt eine Fallbearbeitung, in der alle kognitiven Tätigkeiten des Modells durchlaufen werden (die Pfeile über den Episoden zeigen metakognitive Ereignisse).

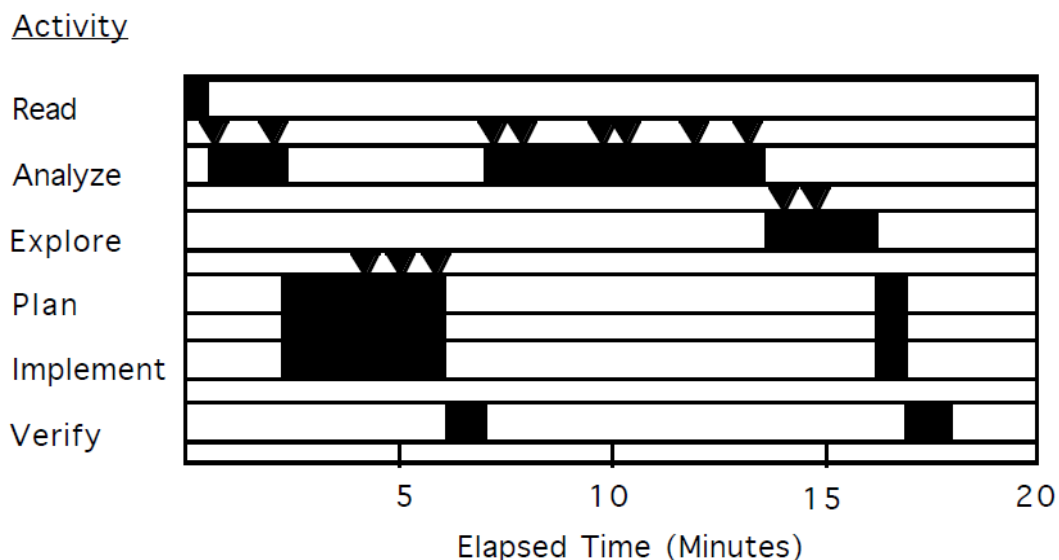


Abbildung 3: Problemlösemodell nach Schoenfeld
Eine Fallbearbeitung in der alle kognitiven Tätigkeiten durchlaufen werden

Schoenfeld bemerkte zwei Muster in den Fallbearbeitungen. Das eine Muster bestand im mehr oder weniger vollständigen Durchlaufen der kognitiven Tätigkeiten des Modells. Studierende mit diesem

Muster erreichten häufiger die richtige Lösung. Das andere Muster bestand aus Fallbearbeitungen, die mit dem Lesen begannen (Read), um den Rest der Zeit hauptsächlich mit Überlegungen zu verbringen, wie man das Problem lösen könnte (Explore). Studierende, die dieses Muster aufwiesen, 1-3 Typ oder Read-Explore Typ genannt, verfehlten meist die Lösung der Aufgabe. Die nächste Abbildung zeigt ein Beispiel für eine solche Fallbearbeitung.

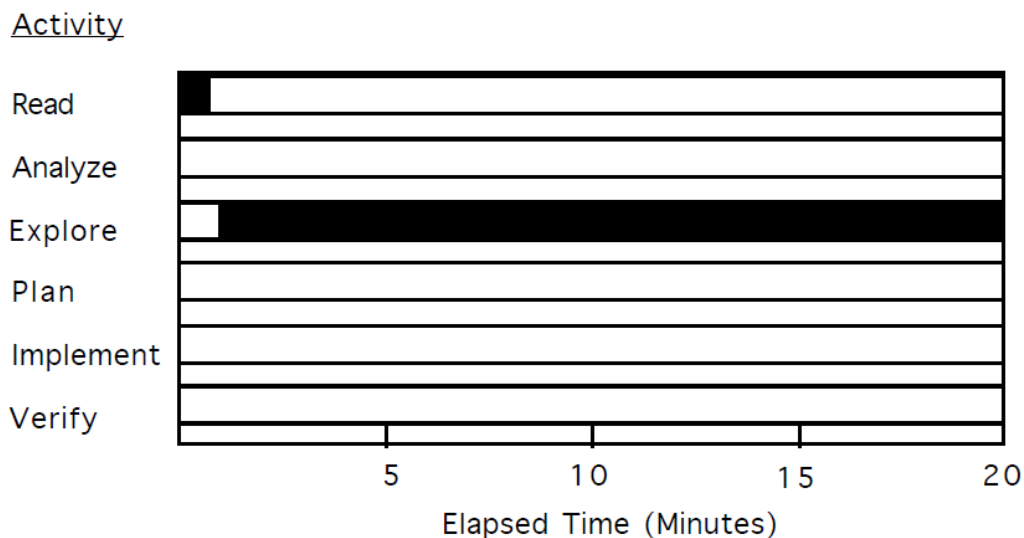


Abbildung 4: Problemlösemodell nach Schoenfeld
Eine Fallbearbeitung mit 1-3 Typ

Schoenfeld zog daraus die Konsequenz, dass man im Unterricht die Studierenden ermutigen müsse, alle kognitiven Tätigkeiten zu berücksichtigen, und entwickelte Leitfragen zu jeder Tätigkeit. In Problemlösekursen ging er von Studierenden zu Studierenden, die in Paaren die Probleme lösten, und stellte die passenden Fragen zu den Schritten, die ihnen fehlten. Dies wurde ein Semester lang durchgeführt mit Prä- und Posttest und mit einer Kontrollgruppe verglichen, und zeigte einen deutlich verbesserten Problemlöseprozess (es gab kaum noch Fallbearbeitungen mit 1-3 Typ) mit erhöhtem Erfolg^{48,50}. Somit konnte für diesen Kontext gezeigt werden, dass Problemlösen lehr- und lernbar ist.

Komplexes Problemlösen

Im Gegensatz zum bisher besprochenen einfachen Problemlösen ändern sich beim komplexen Problemlösen die Ausgangslage bzw. das Problem durch die Eingriffe des Problemlöser oder durch andere Umstände. Dynamisch ändern sich die Probleme in der Zeit des Problemlösens, daher wird es auch dynamisches Problemlösen genannt⁴¹. Dies ist das Problemlösen des realen Alltags, wenn die Laborsituation verlassen wird. Beispielsweise wenn man sich vorstellt, wie viele Probleme und konkurrierende Ziele zu bedenken sind, wenn man gemeinsam einen Abend plant, und plötzlich kommt eine weitere Information hinzu („das Restaurant hat heute geschlossen“), und die Ausgangslage ist wieder geändert. Komplexes Problemlösen ist auch das Problemlösen der

verschiedenen Domänen. Als Domäne wird ein Fachbereich bezeichnet, das kann sich auf einen Beruf beziehen (z.B. Rechtswissenschaften), auf Teilbereiche eines Berufes (z.B. Nephrologie) oder auf Tätigkeitsbereiche (z.B. kreatives Schreiben). Ein Fachbereich erfordert fachspezifisches Wissen und Fähigkeiten. Problemlösen innerhalb einer Domäne ist immer komplex⁴². Wenn man ein Auto repariert, wenn ein Anwalt einen Klienten berät, oder wenn eine Tagung professionell geplant wird, handelt es sich um solche komplexen Probleme. Auch medizinisches Problemlösen ist komplex. Merkmale des komplexen Problemlösens, die im Folgenden erklärt werden, sind: Komplexität, Vernetztheit, Dynamik, Intransparenz und Polythelie⁴⁰.

Komplexität der Problemsituation. Sie beschreibt die Menge beteiligter Variablen.

Beispiel: eine Tagung wird geplant. Mit 500 Teilnehmern ist sie komplexer als mit 50 Teilnehmern.

Komplexität verlangt Modellbildung, um Vereinfachung und Übersicht zu erreichen.

Vernetztheit der beteiligten Variablen. Beschreibt die Querverbindungen zwischen den Variablen.

Beispiel: die Vernetztheit der 50 Teilnehmer einer kardiologischen Fachtagung ist höher als die Vernetztheit einer zufälligen Stichprobe von 50 Passanten, da durch Arbeit, Fachgesellschaften und Spezialisierungen etc. bereits weitere Querverbindungen bestehen.

Vernetztheit verlangt Modellbildung, um die Vernetzung sichtbar zu machen.

Dynamik der Problemsituation. Beschreibt zeitliche Veränderungen, die zu einer Veränderung des Problems führen.

Beispiel: wenn sich statt der erwarteten 500 Teilnehmer 3 Wochen vor Beginn der Tagung nur 120 angemeldet haben, muss man die Planung ändern.

Dynamik verlangt, dass man immer wieder neue Probleme bedenkt und in die bestehende Problembearbeitung integriert. Somit kann es zu mehreren Zyklen von Problembearbeitungen kommen.

Intransparenz der Variablen. Sie beschreibt, dass nicht alle Informationen, die man benötigt, verfügbar sind.

Beispiel: man muss Entscheidungen über Unterkunft und Verpflegung einer Tagung treffen, auch wenn man die genaue Teilnehmerzahl noch nicht kennt.

Intransparenz verlangt Entscheidungen trotz Unsicherheit.

Polythelie (Vielzieligkeit). Sie beschreibt, dass man auf mehrere, mitunter konkurrierende Ziele Rücksicht nehmen muss.

Beispiel: der Tagungsbeitrag soll nicht zu hoch sein, die Verpflegung soll von guter Qualität sein, und der Beitrag soll sich am Beitrag vergleichbarer Tagungen orientieren.

Polythelie verlangt das Abwägen und Balancieren mehrerer Ziele, und Entscheidungen, die nicht immer alle Ziele berücksichtigen können.

Jeder Anforderung komplexer Probleme entspricht somit eine Möglichkeit, wie man damit umgehen kann.

Zusammengefasst erfordert komplexes Problemlösen: **Modellbildung**, eine Repräsentation des Problems, d.h. der Problemlöser macht sich ein Bild der komplexen Situation, trennt Wichtiges von Unwichtigem. Selbstständige **Steuerung** und Abschätzung der zeitlichen Entwicklung, um den Prozess steuern zu können, ihn abzuschließen und in Zukunft eintretende Veränderungen abschätzen zu können

1.5 Anwendung der Handlungstheorie auf die Domäne Medizin

Ein medizinischer Problemlöseprozess, der die genannten kognitiven Tätigkeiten beinhaltet, wie in der Handlungstheorie beschrieben, sowie die Merkmale komplexen Problemlösens aufweist, soll durch das folgende Beispiel veranschaulicht werden:

Eine Patientin kommt zu ihrer Hausärztin. Sie klagt über seit drei Tagen bestehenden roten Urin, ansonsten habe sie keine Beschwerden. Die Ärztin hört zu, denkt nach, und stellt weitere Fragen, beispielsweise nach Fieber und Infekten. Sie fragt ob sie jetzt oder in der Vergangenheit Schmerzen beim Wasserlassen gehabt hätte. Des Weiteren nach ihrer Familienanamnese, nach Gewichtsverlust und Nachtschweiß. Während die Patientin antwortet, hört die Ärztin zu, sie scheint darüber nachzudenken, sie stellt eine weitere Frage. In der körperlichen Untersuchung fällt außer einem dumpfen Dauerschmerz der Nierenlager nichts auf. Die Ärztin nimmt Blut ab, und bittet die Patientin Urin abzugeben.

Anschließend bespricht die Ärztin die Patientin mit ihrem Kollegen. „Eine 57-jährige Patientin kam heute mit seit drei Tagen bestehender Hämaturie zu mir, mit keinen Hinweisen auf eine Infektion wie Schmerzen beim Wasserlassen oder Fieber. Sie hatte das gleiche Symptom schon mal zuvor, es klang von selbst wieder ab. Ansonsten hat sie keine Beschwerden. Ich denke an Glomerulonephritis oder einen malignen Tumor“. Der Kollege stimmt zu, die Ärztin kehrt zu der Patientin zurück und teilt ihr ihre Überlegungen mit. „Aufgrund des Urinstix und Ihrer Beschwerden ist eine Infektion nicht die wahrscheinlichste Diagnose,“ erklärt sie. Sie schlägt vor, einen Nephrologen für die weitere Abklärung zu konsultieren, und eventuell einen Urologen für eine Zystoskopie aufzusuchen.

In diesem Beispiel werden verschiedene kognitive Tätigkeiten deutlich: Die Ärztin erfährt die Symptome der Patientin (roter Urin), analysiert die Symptome und generiert mögliche Differentialdiagnosen (Harnwegsinfekt, Malignom). Um weitere Informationen zu erlangen, fragt sie nach, untersucht die Patientin und fordert weitere Untersuchungen an (Blut- und Urinuntersuchung). Als die Ärztin dem Kollegen die Patientin vorstellt, zeigt sich, dass die Ärztin eine innere Repräsentation der Patientin und der bisherigen Untersuchung gebildet hat, die sie in kurzer Form aussprechen kann. In der Repräsentation sind die Hypothesen enthalten, sowie die nächsten Schritte, um sie weiter eingrenzen zu können. Diese Repräsentation beinhaltet sowohl positive als auch

Einleitung

negative Informationen. Nach einer Evaluation der Differentialdiagnosen (mittels des Urinstix) werden Entscheidungen gefällt und mit dem Patienten besprochen.

Kürzer gefasst kann man von folgenden kognitiven Tätigkeiten sprechen:

- Aufnahme der Informationen und Symptome: die Ärztin ist rezeptiv
- Analyse der Informationen und Hypothesengenerierung: sie überlegt
- Weitere Fragen, Untersuchungen und Anforderungen: sie wird aktiv
- Evaluation: sie prüft ihre Hypothesen
- Innere Repräsentation der Problematik: sie hat ein Bild der Patientin in sich
- Entscheidung für Diagnose und Procedere: sie legt sich fest.

Wenn man diese Tätigkeiten den Tätigkeiten des zuvor besprochenen Modells nach Schoenfeld gegenüberstellt, ergibt sich:

Tabelle 2: Die kognitiven Tätigkeiten im Beispiel und bei Schoenfeld im Vergleich

Kognitive Tätigkeiten im Beispiel	Kognitive Tätigkeiten im Modell nach Schoenfeld
Aufnahme der Informationen	Aufnahme der Informationen (Read)
Analyse der Informationen, Hypothesengenerierung	Verstehen der Informationen (Analyze) Weiterführendes Verstehen (Explore)
Weitere Fragen, Untersuchungen und Anforderungen	Planen (Plan) Ausführen des Plans (Implement)
Evaluation	Evaluation (Verify)
Innere Repräsentation der Problematik	-
Entscheidung für Diagnose und Procedere	-

Man erkennt in dieser Gegenüberstellung von medizinischem Beispiel und allgemeinem Problemlösen, dass man mit der Handlungstheorie medizinisches Problemlösen beschreiben kann. Das im Beispiel erwähnte Ordnen der Informationen in einer inneren Repräsentation und der Abschluss der Fallbearbeitungen mit Diagnose und Procedere werden mit dem Modell nach Schoenfeld nicht erfasst. Hier helfen die im vorhergehenden Kapitel charakterisierten Merkmale komplexen Problemlösens.

Deren Anwendung auf die Medizin stellt sich wie folgt dar:

Komplexität der Problemsituation: Anzahl der Symptome und Befunde

Vernetztheit der beteiligten Variablen: Ein Symptom/Befund kann mehrere Ursachen haben. Mehrere Symptome/Befunde können zusammenhängen und gemeinsame Ursachen haben.

Dynamik der Problemsituation: Die Informationen durch Anamnese und Untersuchungen gelangen nach und nach zum Arzt und verändern ständig die Problemrepräsentation. Außerdem ändert sich die Ausgangslage durch die Eingriffe des Arztes und durch die Veränderungen des Patienten.

Intransparenz der Variablen: der Umgang mit Unsicherheit und unvollständigen Informationen ist ein typisches Merkmal der Medizin.

Polythelie (Vielzieligkeit): Verschiedenste Interessen treffen in der Patientenversorgung aufeinander: was der Patient will, was seine Angehörigen wünschen, was der Assistenzarzt empfiehlt, was der Oberarzt wünscht, was wirtschaftlich zu berücksichtigen ist, was evidenzbasiert ist und was individuell entschieden wird, Nutzen-Risiko Abwägung usw..

Diese Merkmale erfordern:

Eine **Repräsentation** des Problems. Eine Zusammenfassung der Patientenbegegnung in Fachsprache, die z.B. beim Vorstellen des Patienten für einen anderen Arzt zum Vorschein kommt.

Die **mehrmalige erneute Problembearbeitung**: Die Behandlung eines Patienten geschieht in mehreren Anläufen bis zum Abschluss, beispielsweise erst die Anamnese, dann die Untersuchung, dann Warten auf das Labor, danach weitere Beurteilung.

Eine selbstständige **Steuerung** und Abschätzung der zeitlichen Entwicklung: Diagnose und Therapie werden gestellt, wenn nach Ermessen des Arztes die Informationen ausreichend sind. Dafür ist eine Integration der bisherigen Fallbearbeitung sinnvoll.

Von diesen kognitiven Tätigkeiten ergänzen Repräsentation und Steuerung die fehlenden Tätigkeiten „Repräsentation“ und „Diagnose und Therapie“ des medizinischen Beispiels. Damit lässt sich zusammengefasst sagen, dass die Anwendung allgemeinen Problemlösens in Form des Modells nach Schoenfeld auf die Medizin, ergänzt um die Merkmale komplexen Problemlösens, anhand des obigen Beispiels möglich ist. Es existiert aber bisher kein Modell in der Medizin, das auf Grundlage der Handlungstheorie aufgestellt und angewendet wurde.

Warum ist es sinnvoll, auf diese Weise mit Hilfe der Problemlöseforschung, genauer genommen mit Hilfe der Handlungstheorie das klinische Denken Medizinstudierender zu erfassen? Solche Forschungsergebnisse könnten es ermöglichen, den Unterricht ressourcenorientierter zu gestalten. Wenn Studierende Fälle bearbeiten, und man weiß, wie sie typischerweise denken, kann man gezielt erwünschtes Verhalten fördern. Dafür ist es notwendig, zuerst mehr über den tatsächlichen Vorgang des Problemlösens bei Medizinstudierenden zu erfahren. Im Gegensatz zu der gängigen Vorgehensweise, Studierenden die Denkweise von erfahrenen Ärzten beizubringen als etwas, was für ihr Denken neu ist und neu erlernt werden muss, könnte man mit solchem Wissen an vorhandene

Einleitung

Denkweisen anknüpfen und so mit dem arbeiten, was die Studenten bereits an kognitiven Problemlöseverhalten mitbringen, beispielsweise aus der Schulbildung.

Das bedeutet, erst müsste man den Prozess empirisch untersuchen, dann ein Modell erstellen und daraus einen Unterricht entwickeln und evaluieren. Das entspricht der Vorgehensweise von Schoenfeld. Auch in einer aktuellen Studie wurden zuerst die kognitiven Tätigkeiten von erfahrenen Ärzten bei der Fallbearbeitung empirisch untersucht. Aus dem daraus entwickelten Modell wurde ein Unterricht erstellt, und es zeigte sich ein besser adaptierbares und schnelleres Lernen von klinischem Denken^{2,53}.

Aktuell ist die gängige Methode für das Lehren, Lernen und Prüfen von klinischem Denken und Problemlösen das Lernen an Patientenfällen¹. Gräsel bemängelte noch vor 20 Jahren, dass Studien nur prüfen würden, ob fallbasiertes Lernen zum Wissenserwerb geeignet sei, und bewies mit ihren Studien, dass man mit einem fallbasierten Unterricht und mit Lernen am Modell Problemlösestrategien erfolgreich fördern kann²⁶. Fallbasiertes Lernen wird sowohl im Unterricht Medizinstudierender verwendet^{5,7}, als auch in Büchern zum Erlernen von klinischem Denken^{6,15}. Dabei ist es von Vorteil, wenn die Fälle authentisch sind und realistischen Charakter tragen. Dadurch kann die Entwicklung von Expertise schon früh in der medizinischen Ausbildung gefördert werden^{37,54}. Wenn die Fälle zudem einen Prozesscharakter aufweisen, indem der Fall nach und nach entwickelt wird, scheint dies das Lernen Studierender ebenfalls zu unterstützen⁴. Auch das problemorientierte Lernen (POL) zählt die Entwicklung von Problemlösefähigkeiten zu einem seiner Ziele^{11,55,56}. Aktuell wird bemängelt, dass das klinische Denken zwar in seiner Wichtigkeit betont werde, aber es immer noch nur wenige instruktionale Ansätze gebe, das klinische Denken von Medizinstudenten zu fördern⁵⁷.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass ein Modell dringend notwendig wäre, das auf Grundlage der Handlungstheorie für die Medizin aufgestellt wird, um das Problemlösen Medizinstudierender bei der Fallbearbeitung näher zu untersuchen.

Es besteht folgender Forschungsbedarf:

- Ein Modell für das Problemlösen Medizinstudierender bei der Fallbearbeitung
- Ein Modell für medizinisches Problemlösen auf der Grundlage der Handlungstheorie
- Empirische Testung handlungstheoretischer Modelle an der Fallbearbeitung Medizinstudierender

1.6 Fragestellung

Das Ziel dieser Arbeit ist, empirisch zu untersuchen, wie Medizinstudierende bei der Fallbearbeitung klinisch denken:

1. Durch die Entwicklung eines Modells für das Problemlösen Medizinstudierender, indem ausgehend von Beobachtungen aus einer Pilotphase theoriegeleitet mit Hilfe der Handlungstheorie Kategorien aufstellt werden.
2. Durch die Anwendung dieses Modells an einer Testgruppe Medizinstudierender. Lässt sich der Prozess des klinischen Denkens Medizinstudierender bei der Fallbearbeitung mit dem aufgestellten Modell beschreiben?
 - a) Wie sind die Häufigkeit und die zeitliche Verteilung der kognitiven Tätigkeiten?
 - b) Zeigen sich typische Muster im Problemlöseprozess?
 - c) Welche Faktoren sind mit einer richtigen Falllösung korreliert?

2 Methoden und Materialien

Die vorliegende Arbeit setzt sich aus der Modellentwicklung und der Anwendung des Modells in einem Laborexperiment zusammen. Im Folgenden wird erst die Modellentwicklung beschrieben und anschließend das Laborexperiment. Im Experiment bearbeiten Medizinstudierende Fälle, die anschließend mit Hilfe des Modells ausgewertet werden.

2.1 Ein Modell für das Problemlösen Medizinstudierender – Induktive Kategorienbildung und Adaptation des Modells von Schoenfeld

Explorative Pilotphase

Es wurde eine Pilotphase mit 11 Medizinstudierenden der LMU und TU München durchgeführt, um das klinische Denken explorativ zu untersuchen. Die Studierenden befanden sich zwischen dem 5. Semester und dem zweiten Staatsexamen. Die Teilnahme war freiwillig, es wurde keine Aufwandsentschädigung entrichtet. Der Ablauf der Pilotphase und die Materialien entsprechen exakt der späteren Testphase, wie sie unter 2.2 beschrieben ist. Die Probanden durchliefen eine standardisierte Lernphase mit anschließendem Assessment und bearbeiteten danach drei klinische Fälle, die audiovisuell aufgezeichnet wurden. Die Videoaufnahmen wurden teilweise transkribiert und teilweise direkt vom Video ausgewertet. Es sollte explorativ erfasst werden, welche auffälligen Denkprozesse bei Medizinstudierenden zu finden sind. Solche Denkprozesse wurden notiert und zu Kategorien zusammengefasst, orientiert am „Open Coding“ aus der qualitativen Forschung⁵⁸. Aus diesen so gewonnen Kategorien wurde folgender Prozess als auffälligster ausgewählt: der phasenhafte Ablauf verschiedener Denktätigkeiten während der Fallbearbeitung, wie: Sammeln von Informationen, deren Analyse, weitere Handlungen wie Fragen und Untersuchungen, Evaluation, Zusammenfassung und Verknüpfung von Informationen und der Abschluss der Fallbearbeitung.

Mit dieser induktiven Erkenntnis wurde die Literaturrecherche gezielt fortgesetzt, um ein Modell zu finden, das diese Denktätigkeiten beschreibt. Das Modell sollte mit hoher Trennschärfe kognitive Tätigkeiten empirisch erfassen können. Mit ihm sollten dann die Transkripte der Testphase ausgewertet werden.

Die Recherche wurde in folgenden Datenbanken durchgeführt: PubMed (Medizin), ScienceDirect und ERIC (Pädagogik), PsycINFO/PsychNET (Psychologie) sowie Google Scholar. Suchwörter waren: Clinical Reasoning, reasoning, thinking, clinical thinking, strategies, problem solving; kombiniert mit: case, case-based, novice, student, medical students, medical doctor, physician.

Das Problemlösemodell von Schoenfeld

Die Recherche ergab u. A. eine Fülle von handlungstheoretischen Modellen. Diese waren zum einen meist außerhalb der Medizin beschrieben, und hatten zum anderen meist einen sequentiellen

Charakter. Dabei wurden häufig die einzelnen Denktätigkeiten als Schritte bezeichnet, was diesen Charakter unterstreicht. Zumeist waren es instruktionale Modelle, mit deren Hilfe man Probleme besser lösen kann, beispielsweise der Kern-Zyklus⁵⁹ oder die Seven-Step Methode (<http://www.the-happy-manager.com>). In der Pilotphase ergab sich jedoch ein Ablauf, in dem die einzelnen Denkaktionen mitunter schnell wechselten. Daher war ein Modell vonnöten, das diese Wechsel beschreiben kann, und nicht eine vordefinierte Reihenfolge angibt. Es wurde angenommen, dass ein Modell, das empirisch gefunden wurde, diesen Anforderungen am ehesten entsprechen würde. In der Recherche fanden sich kaum handlungstheoretische Modelle, die empirisch anhand von Laut-Denk-Protokollen gefunden worden waren, und diesem Anspruch gerecht wurden. Das Modell von Schoenfeld, siehe auch Einleitung 1.4, entsprach diesen Anforderungen und wurde für diese Arbeit ausgewählt. Es basiert auf einer empirischen explorativen Studie mit Laut-Denk-Protokollen. In der Pilotphase und dem anschließenden Laborexperiment wurde ebenfalls empirisch und explorativ vorgegangen. Schoenfeld etablierte zudem eine Auswertungsmethode zur Analyse der Laut-Denk-Protokolle, die sogenannte „Protocol Analysis“. Für die vorliegende Arbeit wird die Schilderung in Schoenfelds Buch „Mathematical Problem Solving“ zugrunde gelegt, in der er eine Studie aus dem Jahr 1983 ausführlich erläutert und in den Kontext weiterer explorativer Studien zum gleichen Thema stellt⁴⁸. Außerdem enthält dieses Modell eine vergleichsweise feine Unterteilung der kognitiven Tätigkeiten, so dass feinere Denktätigkeiten nicht übersehen werden.

Um sicherzustellen, dass das Modell nach Schoenfeld auch repräsentativ für die Handlungstheorie ist, wurde eine Synopse verschiedener gängiger handlungstheoretischer Modelle vorgenommen, die alle mit dem Modell nach Schoenfeld übereinstimmten. Sie zeigten nur andere Einteilungen oder Gewichtungen des typischen Ablaufes, der schon in den Modellen von Polya und Dewey klar definiert wurde, eine ähnliche Synopse findet sich auch in der Arbeit von Blech⁶⁰.

Adaptation des Problemlösemodells nach Schoenfeld für die Medizin: Probekodierungen, Erstellung eines Kodierschemas und Erweiterung um die Merkmale komplexen Problemlösens

Es wurden Probekodierungen an den audiovisuellen Aufnahmen der Pilotphase durchgeführt, mit Kodierungen in unterschiedlichem Detaillierungsgrad. Unter Kodierung wird die Zuordnung einer oder mehrerer Kategorien eines Modells zu einer Textstelle eines Transkriptes verstanden. Die einzelnen kognitiven Aktivitäten des Modells nach Schoenfeld sind die Kategorien. Es zeigte sich, dass das Modell nach Schoenfeld im Wesentlichen geeignet war, um die bei den Studierenden in der Pilotphase beobachteten kognitiven Tätigkeiten zu erfassen. Die Tätigkeiten der Zusammenfassung und Vernetzung von Informationen sowie der Abschluss der Fallbearbeitung wurden durch das Modell allerdings nicht erfasst. Diese Tätigkeiten werden in der Literatur als Merkmale komplexen Problemlösens diskutiert (siehe Einleitung 1.4). Modelle komplexen Problemlösens, die diese Merkmale berücksichtigen, subsumieren meist die Denktätigkeiten einfachen Problemlösens^{61,62}.

Komplexes Problemlösen erfordert mehrfache Durchgänge durch die Aktivitäten einfachen Problemlösens aufgrund der zeitlichen Dynamik und der Komplexität, schließlich die Zusammenschau dieser Durchgänge (Problemrepräsentation), Plan, Ausführung und Evaluation (Fallabschluss) für den gesamten Problemlöseprozess. Werden die Durchgänge durch die Aktivitäten einfachen Problemlösens als eine Aktivität wie z.B. „Analyse“ subsumiert, gehen die Tätigkeiten des einfachen Problemlösens der Beobachtung verloren. Da sich in der Recherche kein Modell fand, das sowohl die kognitiven Tätigkeiten einfachen als auch komplexen Problemlösens detailliert beschreibt, wurde das Modell nach Schoenfeld um die Merkmale komplexen Problemlösens erweitert, um Repräsentation und Integration.

Nach weiteren Probekodierungen, diesmal an 10% der Transkripte der Fallbearbeitungen der eigentlichen Studie, wurde ein endgültiges Kodierschema erstellt. Das endgültige Modell wird detailliert im Ergebnisteil unter 3.1 dargestellt. Das Kodierschema und der Kodierleitfaden sind in den Ergebnisteil integriert, und werden daher nicht gesondert im Anhang aufgeführt.

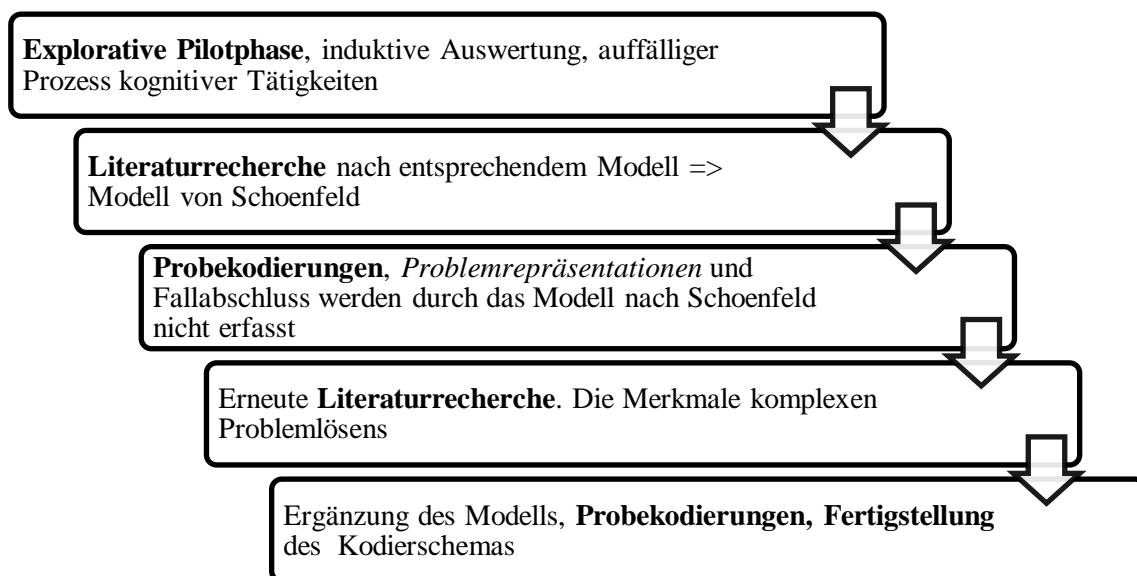


Abbildung 5: Ablauf der Modellfindung

2.2 Durchführung des Laborexperimentes

Um die Inhaltsspezifität (Content Specificity), die im Diskussionsteil dieser Arbeit näher besprochen wird, besser kontrollieren zu können, wurde das Wissen für Lernphase, Test und Fälle auf ein umgrenztes Teilgebiet der Inneren Medizin beschränkt (Nephrologie). Um das Problemlösen der Studierenden möglichst unverfälscht, ohne Reflektion oder Fragen des Untersuchers untersuchen zu können, fiel die Wahl auf die Laut-Denk Methode. Um den Bearbeitungsfluss der Studierenden untersuchen zu können, ohne zuviel Einfluss zu nehmen, wurden erst die Basisinformationen des

Falles gegeben, und die Studierenden forderten selber weitere Informationen nach. Es wurde eine Laborumgebung gewählt. Die Studie fand in den Räumen der Physiologie der LMU München statt.

Teilnehmer

23 Medizinstudierende der LMU München im klinischen Studienabschnitt aus 6., 8., und 10. Semester nahmen an dem Experiment teil (männlich=12, weiblich=11. Durchschnittliches Alter M=23.9 Jahre, Wertebereich 20-34 Jahre). Diese Semester wurden ausgewählt, da die Studierenden genügend Vorerfahrung mit Fällen erworben haben und ein ausreichendes medizinisches Grundwissen besitzen, um klinische Fälle zu bearbeiten. Es wurden nur gerade Semester gewählt, um Subgruppen von Beginn, Mitte und Ende des klinischen Studienabschnitts bilden zu können. Die klinische Vorerfahrung wurde mittels Fragebögen in Famulaturwochen erfasst. (Mittelwert M=9.39 Wochen, Wertebereich 4-16 Wochen). Die Teilnahme war freiwillig, die Teilnehmer erhielten eine Aufwandsentschädigung. Das Experiment wurde in Übereinstimmung mit der Deklaration von Helsinki durchgeführt. Eine schriftliche Einverständniserklärung wurde von allen Teilnehmern eingeholt. Die Ethikkommission der Universitätskliniken der LMU München genehmigte das Experiment.

Ablauf des Experiments und Materialien

Der Ablauf des Experimentes bestand aus einem Fragebogen, einer Lernphase und einem Assessment, sowie den anschließenden Fallbearbeitungen.

Fragebögen:

Zu Beginn wurden von den Teilnehmern mittels Fragebögen die soziodemographische Daten, Fragen zum Vorwissen und zur praktischen Erfahrung in Innerer Medizin und die Famulaturen, sowie die Noten des ersten Abschnittes der ärztlichen Prüfung (1. Staatsexamen, im Weiteren „Physikum“ genannt) erhoben. Die Noten dienten als ein Indikator für das Vorwissen. Die Ergebnisse der Fragebögen sowie alle anderen Daten wurden pseudonymisiert.

Lernphase und Assessment:

Die Lernphase beinhaltete ein ausführliches dreistündiges computerbasiertes Tutorial über klinische Nephrologie. Als Lernmaterialien wurden 30 Lernkarten über akutes und chronisches Nierenversagen erstellt, die mit Hilfe der Lernsoftware CASUS (www.casus.eu) dargestellt wurden. Die Lernphase sollte garantieren, dass die Inhaltsspezifität berücksichtigt war, so dass alle Teilnehmer in der Lage sein sollten ihre Problemlösefähigkeiten zu zeigen. Nach Beendigung der Lernphase wurde der Wissensbehalt der Teilnehmer mit einem Assessment (ca. 30 Min.) überprüft. Es enthielt einfache Wissensabfragen anhand einzelner zuvor gelernter Lernkarten zur Messung des Faktenwissens (FKT), Problemlöseaufgaben (PST) zur Erfassung des Problemlösewissens und Key Feature Aufgaben (KFP) zum Testen des Handlungswissens^{4,7}.

Klinische Fälle:

Die drei papierbasierten Fälle zu Krankheitsbildern aus der Nephrologie basierten auf realistischen Fällen mit echten Unterlagen, wie beispielsweise Laborwerte. Um die Qualität der Fälle nach Umwandlung in Papierfälle zu gewährleisten, wurden die Fälle von zwei Fachexperten und einem Didaktikexperten begutachtet. Die Fälle unterschieden sich in ihrer Komplexität, zunehmend von Fall eins bis drei. Der erste Fall enthielt Inhalte der Nephrologie, der zweite zusätzlich fachfremde Inhalte (Psychiatrie), der dritte Fall beschrieb einen multimorbiden Patienten. Der erste Fall handelte von einem Patienten mit Hämaturie aufgrund einer Glomerulonephritis. Der Zweite betraf einen Patienten mit den Symptomen sowohl eines akuten Nierenversagens als auch einer Depression. Der dritte Fall beschrieb einen multimorbiden Patienten mit dem Leitsymptom Epistaxis. Die Epistaxis war die Organkomplikation einer hypertensiven Krise aufgrund einer Nierenarterienstenose.

Alle Fälle waren gleich strukturiert, die ersten zwei bis drei Seiten „Erster Eindruck“ und „Anamnese“ enthielten ein Foto und die akuten Beschwerden des Patienten, sowie die weitere Anamnese. Die Ergebnisse der körperlichen Untersuchung, der Blut- und Urinuntersuchung, EKG und Sonographie wurden jeweils auf separaten Seiten beschrieben. Die zwei bis drei Blätter mit der Anamnese wurden gegeben, weitere Blätter (körperliche Untersuchung, Labor, Sonographie, EKG) wurden nur auf Nachfrage hin gegeben, um die Situation möglichst realistisch zu gestalten und beobachten zu können, in welcher Reihenfolge die Teilnehmer Informationen einholen würden, und wieviele Informationen sie bis zum Abschluss benötigen würden. Die letzte Seite eines Falls enthielt Diagnose und Therapie und wurde nach Beenden der Fallbearbeitung gegeben, um den Studierenden ein Feedback zu geben. „Erster Eindruck“ und „Anamnese“ jedes Falles finden sich im Anhang.

Materialien:

Es waren drei ausgedruckte Fälle und ein Stift für den Probanden vorhanden. Der Versuchsleiter hatte ein ausgedrucktes Studienprotokoll vorliegen. Es enthielt den standardisierten Ablauf des Experimentes, standardisierte Anweisungen und Fragen, sowie standardisierte Instruktionen und Übung für die Laut-Denk Methode.

Die Laut-Denk Methode

Die Laut-Denk Methode ist eine etablierte Methode zur Erforschung kognitiver Prozesse, die auch für das klinische Denken verwendet wird^{10,34,63}. Die naheliegendste Methode um das Denken zu beobachten, ist die Introspektion. Hierbei sind die kognitiven Prozesse zunächst unverfälscht, aber erscheinen nur im Subjekt, wie aus der Erkenntnistheorie bekannt ist⁶⁴. Kognitive Prozesse geschehen im Subjekt, und werden erst durch Äußerung für Außenstehende wahrnehmbar. Dadurch werden sie aber auch verändert. Bei der Methode des lauten Denkens kommt es darauf an, so ungezwungen und direkt die Gedanken auszusprechen, dass sie sich weitgehend dem echten Denkfluss annähern, und doch einer objektiven Betrachtung zugänglich sind.

In einer kurzen Übung mit einem Beispielfall (junge Frau mit Hashimoto-Thyreoiditis) wurden die Teilnehmer in die Laut-Denk Methode eingeführt. Die Aufgabe bestand darin alle drei Fälle laut

denkend zu bearbeiten, zu äußern was einem „durch den Kopf geht“. Die Teilnehmer sollten die Fälle bearbeiten und Informationen anfordern wenn nötig. Es wurde keine weitere Instruktion gegeben, sie wurden nicht explizit aufgefordert, eine Diagnose zu nennen. Nur ein einzelner Teilnehmer und der Versuchsleiter waren im Labor anwesend während der Fallbearbeitung. Der Versuchsleiter saß schräg hinter dem Teilnehmer, jede Ablenkung oder Störung sollte vermieden werden, damit der Teilnehmer ganz seinen eigenen Denkfluß zeigen konnte. Die einzigen Interaktionen zwischen dem Teilnehmer und dem Versuchsleiter war die Aufforderung, laut zu denken, und wenn der Versuchsleiter auf Aufforderung hin Blätter mit weiteren Informationen gab. Jede Fallbearbeitung wurde nach zehn Minuten abgebrochen, unabhängig davon ob eine Diagnose genannt wurde oder nicht. Oder der Teilnehmer hatte in dieser Zeit bereits selber den Fall beendet. Die Fallbearbeitungen wurden audiovisuell aufgezeichnet.

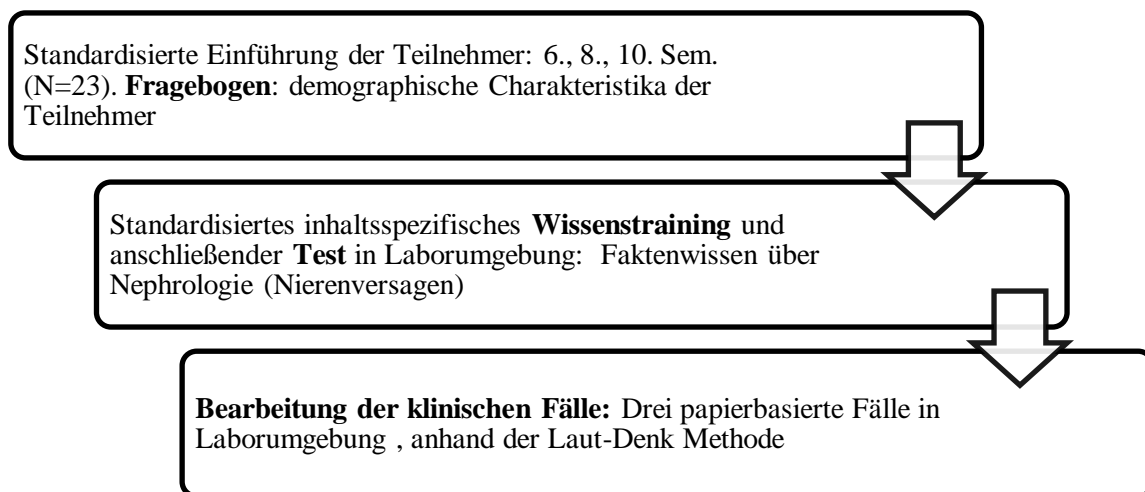


Abbildung 6: Ablauf des Experimentes

2.3 Datenaufbereitung und Auswertung

Transkription

Alle audiovisuellen Aufnahmen, insgesamt 13:05 Stunden Material, wurden mit der Transkriptionssoftware „f4“ (f4 2011, Dr. T. Dresing, <http://www.audiotranskription.de>) von zwei Transkribenten (R.E; M.S.) wörtlich und vollständig transkribiert^{65,66}. Eine Aufnahme enthielt die drei Fälle eines Probanden. Aus technischen Gründen waren zwei Aufnahmen nicht vollständig auswertbar, bei einem Proband waren nur die ersten zwei Fälle, bei einem weiteren Proband nur der erste Fall transkribierbar. Somit konnten insgesamt 66 von 69 Fällen transkribiert werden.

Die Transkripte wurden unter Verwendung des Problemlösemodells nach Schoenfeld adaptiert für die Medizin vollständig kodiert. Diesem qualitativen Auswertungsschritt folgte die quantitative

Auswertung der kodierten Abschnitte. Dieses Verfahren wird in der qualitativen Forschung als Frequenzanalyse bezeichnet⁶⁷.

Qualitative Datenauswertung

Die Qualitative Inhaltsanalyse nach Mayring⁶⁷ wurde als Methode, um die kognitiven Tätigkeiten aufzusuchen, zu kodieren und zu analysieren, gewählt. Da Denkprozesse primär nicht quantitativ fassbar sind, ist eine qualitative Methode zu ihrer Erfassung angebracht. Hierbei werden Modelle verwendet, deren einzelne Kategorien dem Kodieren eines Videos, Transkriptes oder Textes dienen. Eine kodierte Textstelle ist eine Zuordnung einer Textstelle zu einer oder mehrerer Kategorien eines Modells. In der vorliegenden Arbeit werden die kodierten Textstellen in Anlehnung an Schoenfeld Episoden genannt⁴⁸. Weitere Bezeichnungen bzw. Einteilungen solcher Untersuchungseinheiten (Units of Analysis) sind z.B. Äußerungen (Utterances), ähnlich auch bei Barrows^{68,69}.

Das Modell kann schon vorher vorhanden sein bzw. aus Vorannahmen gebildet werden, dann ist die Vorgehensweise deduktiv. Es kann aber auch induktiv aus vorliegendem Textmaterial durch den Prozess des „Open Coding“ gewonnen werden. Induktiv bedeutet hierbei, dass aus dem Material die Kategorien des Modells erst gewonnen werden, sie sind vorher nicht bekannt. Man geht nicht von der Vorannahme aus, sondern von dem, was man vorfindet. In der vorliegenden Studie wurden beide Vorgehensweisen angewendet. Die Suche nach Auffälligkeiten im Denkprozess bei der Fallbearbeitung geschah induktiv, um anschließend gezielter nach einem Modell suchen zu können. Das Modell von Schoenfeld und die Kriterien komplexen Problemlösens wurden deduktiv eingesetzt. In dieser Studie stellen die kognitiven Tätigkeiten die Kategorien des Modells dar. Eine Textstelle konnte mit mehr als einer Kategorie kodiert werden, wenn verschiedene Denktätigkeiten zur gleichen Zeit stattfanden. Anschließend wurden die Episoden als Zeitabschnitte in der Transkriptionssoftware „f4“ markiert und anschließend in Microsoft Excel 2010 exportiert (Microsoft, 2010).

Quantitative Datenauswertung

Durch Kodierung und Eingabe in das Transkriptionsprogramm und Export in Excel waren die Daten für die weitere statistische Auswertung zugänglich. Für die weiteren Analysen wurde das Statistikprogramm „r“ genutzt (<http://www.r-project.org/>). Häufigkeiten und Längen der einzelnen kognitiven Tätigkeiten wurden bestimmt. Die Zeit, die auf eine kognitive Tätigkeit verwendet wurde, wurde mittels graphischer Abbildungen (Verlaufsdarstellung) als Prozentanteil im Verhältnis zur Gesamtbearbeitungszeit einer Fallbearbeitung dargestellt.

Um das Muster der kognitiven Tätigkeiten der einzelnen Fallbearbeitungen mit der richtigen Lösung vergleichen zu können, wurde eine Modelllösung und ein Leitfaden zum Beurteilen der Richtigkeit der Fallbearbeitungen erstellt. Die Fallbearbeitung eines Experten (Nephrologe) wurde aufgezeichnet und transkribiert, um eine erste Modelllösung zu erstellen. Mit Hilfe gängiger Fachbücher für Innere Medizin sowie publizierter Leitlinien zur Nephrologie wurde die Modelllösung weiter ausgearbeitet.

Die Lösung wurde in binärer Form kodiert. Die richtige Lösung diente als abhängige Variable. Als richtig bearbeiteter Fall galt, wenn die richtige Diagnose genannt wurde. Dies entspricht dem Vorgehen vieler Studien: der Erfolg wird am Zielparameter Diagnose gemessen^{8,30,57}. Es ist auch möglich, anhand vieler einzelner Items den Prozess des Problemlösens zu beurteilen. Dies wurde in mehreren Studien durchgeführt und von Arocha als Leitfaden herausgegeben⁷⁰. Dieses Vorgehen ist jedoch sehr detailliert, und erwies sich in dieser Studie als nicht praktikabel.

Um die abhängige Variable der richtigen Lösung zu untersuchen, wurden als unabhängige Variablen Alter, Geschlecht, Studienfortschritt, Famulaturdauer, Vorwissen in Physikum und Assessment und Muster kognitiver Tätigkeiten wie das später besprochene „vollständige Modell“ untersucht. Um die abhängige Variable des Musters der kognitiven Tätigkeiten wurden diese unabhängigen Variablen ebenfalls untersucht. Für alle abhängigen Variablen wurde die Pearson-Korrelation genutzt, um sie mit den zuvor erhobenen Daten der Teilnehmer zu korrelieren. Der Chi-Quadrat Test als Test zweier dichotomer Merkmale wurde ausgewählt. Chi-Quadrat Test und MANOVAs (Multivariate Analysis of Variance) wurden in SPSS 20.0 ausgeführt. Das Alpha Level wurde auf $p < 0.05$ festgelegt. Da der Chi-Quadratwert abhängig von der Größe der Stichprobe ist, wurde der Phi-Koeffizient (Mean Square Contingency Coefficient) bestimmt. Er hat einen Wertebereich zwischen 0 und 1. Nimmt er den Wert 0 an, besteht kein Zusammenhang, nimmt er den Wert 1 an, besteht ein perfekter Zusammenhang.





Zur Sicherung der Reliabilität, d.h. der Zuverlässigkeit und Genauigkeit der Messung, hier die Genauigkeit der Kodierungen, ist in der qualitativen Forschung der Vergleich zwischen Kodiermaterial und zwei unabhängigen Kodierern üblich (Interraterreliabilität, Triangulation). Ein Untersucher (R.E.) kodierte alle Transkripte, und bewertete die Lösung aller Fälle. Ein Zweitkodierer (D.L.) kodierte >10% der Transkripte. Wenn man dem Interraterkoeffizienten die kodierte Zeit zugrunde legt, betrug der Interraterkoeffizient analysiert mit Cohens Kappa $\kappa = 0.935$. Wenn der kodierte Text zugrunde gelegt wird, d.h. die einzelnen Urteile, welche Textstelle wie zu kodieren ist, betrug der Interraterkoeffizient $\kappa = 0.884$. Der Zweitkodierer (D.L.) beurteilte ebenso die Richtigkeit der Lösung in mehr als 10% der Fälle. Der Interraterkoeffizient betrug $r = 0.88$.

3 Ergebnisse


3.1 Das *Modell für komplexes Problemlösen, adaptiert nach Schoenfeld* besteht aus acht kognitiven Tätigkeiten

Die erste Forschungsfrage betraf die Entwicklung eines Modells für das Problemlösen Medizinstudierender bei der Fallbearbeitung. Das Ergebnis ist das *Modell für komplexes Problemlösen, adaptiert nach Schoenfeld*. Es besteht aus acht kognitiven Tätigkeiten. Tabelle 3 gibt einen Überblick. Sie entspricht leicht verkürzt dem Kodierschema, und die detaillierten Einzeldarstellungen der Kategorien unter 3.3 dem Kodierleitfaden. Die Kodierungen wurden mit Farben vorgenommen, daher ist den Kategorien jeweils ein Farbcode zugeordnet.

Tabelle 3: Die acht kognitiven Tätigkeiten des Modells


Farbcode Charakterisierung der Kategorien	
	<p>Benennung <i>Symptome und Befunde.</i></p> <p>Lesen und Benennen der Probleme/des Falltextes. Die Informationen werden aufgenommen.</p> <p>Beispiel: Text wird gelesen, mit Einwüfen wie „ah, gut.“, „interessiert mich jetzt nicht“, „Diabetes hat er auch?“</p>
	<p>Analyse <i>Wiederholungen. Differentialdiagnosen und Erklärungen.</i></p> <p>Verarbeitung und Verstehen des Problems. Wiedergabe in eigenen Worten. Alles, was über die Nennung des Problems hinausgeht, aber in enger Verbindung mit ihm steht. Differentialdiagnosen und Erklärungen nah am Problem.</p> <p>Beispiele: Auf die Information „Nitrit positiv und Leukozyturie im Urinstix“ hin die Äußerungen „Bakteriurie“, oder „ah, was Entzündliches“.</p>
	<p>Exploration <i>Assoziieren, Strategien, Überlegen</i></p> <p>Das Nachdenken und Überlegen, von den gegebenen Informationen gelöst. Weniger strukturiert u. weiter vom Problem entfernt als <i>Analyse</i>. Abschweifen, Unsicherheit. Strategien. Lösungsideen.</p> <p>Beispiel: „Erinnert mich an einen Harnwegsinfekt. Kann schmerzhaft sein, kenne ich. Das haben ja viele Leute. Was gibt man da? Antibiotika vergess ich so schnell. Bei Sepsis würde man Meropenem geben.“</p>
	<p>Planung <i>Planen, Bewerten und Entscheiden</i></p> <p>Jede Art von planender Tätigkeit, auch das Abwägen mehrerer Pläne gegeneinander und das Bewerten und Auswählen eines Planes.</p>

Beispiel: „könnte man erstmal ein Sono machen, da könnte man auch einen Harnstau sehen, aber vielleicht ist das nicht nötig? Wurde eigentlich Blut abgenommen?“

 **Implementierung** *Das Nennen eines fertigen Planes, Plan ausführen.*

Der Plan wird nicht erst abgewogen, sondern einfach genannt und eventuell begründet. Fragen, Untersuchungen, Anforderungen.

Beispiel: „Wie ist denn sein Blutdruck? Den würde ich wissen wollen. Den messe ich nach. Haben wir sowas?“

 **Evaluation** *Bestätigen/Verwerfen von Annahmen.*


Verifikation zuvor genannter Probleme anhand von Ergebnissen.

Beispiel: Zuvor wurden folgende Probleme benannt: Roter Urin, Frage nach Hämaturie. Jetzt: „Der Urinstix zeigt, es ist eine Hämaturie.“

 **Repräsentation** *Zusammenfassen, Problemrepräsentation.*

Was man glaubt, was die Probleme des Patienten sind. Statement zum Stand der Fallbearbeitung.

Beispiele: „Warum kommt der Patient nochmal zu mir? Kopfweh, Fieber, Dysurie.“
„Was habe ich bis jetzt? Ich ordne mir das nochmal im Kopf, also...“

 **Integration** *Abschließen, Festlegen*

Diagnose/Therapie/Prognose wird genannt. Das Anfordern neuer Informationen wird beendet. Entscheidung für eine (Verdachts-)Diagnose und weiteres Vorgehen.

Beispiele: „Also, ich denk es ist ein Harnwegsinfekt, gehe jetzt davon aus. Viel trinken, wenn es nicht besser wird Antibiotikum.“
„Das ist dann beweisend für eine Glomerulonephritis.“

3.2 Das Modell für komplexes Problemlösen, adaptiert nach Schoenfeld, ist geeignet, das Problemlösen Medizinstudierender bei der Fallbearbeitung zu beschreiben

Die zweite Forschungsfrage betraf die Anwendung des eben vorgestellten *Modells für komplexes Problemlösen* an einer Stichprobe Medizinstudierender. Es wurde an den Fallbearbeitungen der 23 Probanden der Studie angewandt. Alle Fallbearbeitungen konnten vollständig kodiert und somit mit den kognitiven Tätigkeiten des Modells beschrieben werden. Im Folgenden werden Häufigkeit und Verteilung der Episoden der einzelnen kognitiven Tätigkeiten erst im Überblick und anschließend im Detail besprochen.

Wenn man alle Fallbearbeitungen in Betracht zieht, sind die Episoden der kognitiven Tätigkeiten verschieden lang, verschieden häufig je Fallbearbeitung und wechseln sich mitunter schnell ab. Die Länge einer Episode reicht von 1 Sekunde bis zu 4.34 Minuten ($M_{\text{Episode}} = 39.83 \text{ Sek.}$; $SD_{\text{Episode}} = 0.00042$). Die Anzahl an Episoden pro Fallbearbeitung variiert ebenfalls, von acht Episoden bis zu 37 Episoden je Fallbearbeitung ($M_{\text{Fallbearbeitungen gesamt}} = 22.63 \text{ Episoden}$; $SD_{\text{Fallbearbeitungen gesamt}} = 1.48$). Die Anzahl der Episoden je Fallbearbeitung erwies sich meist als personenabhängig. Personenabhängig bedeutet, dass das Verhalten von der Person abhängt, d. h. in verschiedenen Handlungen der gleichen Person beobachtet werden kann. Wenn man als zulässige Schwankungsbreite zwischen den klinischen Fällen zehn Episoden zugrunde legt, kann man bei 15 Probanden davon sprechen, dass die Episodenanzahlen in den drei Fällen konstant sind (15/21 Probanden; 71%). Die Anzahl der Episoden aller Fallbearbeitungen je klinischem Fall erwies sich als nicht fallabhängig, sie zeigte insgesamt nur leichte Schwankungen ($M_{\text{Bearbeitungen Fall 1}} = 24.17 \text{ Episoden}$, $SD_{\text{Bearbeitungen Fall 1}} = 6.63$; $M_{\text{Bearbeitungen Fall 2}} = 21.22 \text{ Episoden}$, $SD_{\text{Bearbeitungen Fall 2}} = 5.85$; $M_{\text{Bearbeitungen Fall 3}} = 22.47 \text{ Episoden}$, $SD_{\text{Bearbeitungen Fall 3}} = 7.45$). Fallabhängig bedeutet, dass das Verhalten des Probanden vom Fall abhängig ist, dass bei verschiedenen Personen bei diesem einen Fall meist ein gleiches Verhalten zu beobachten ist.

Im Weiteren werden die Episoden der einzelnen kognitiven Aktivitäten betrachtet. Die Zeit, die die Teilnehmer auf jede der acht kognitiven Tätigkeiten verwenden, ist als Zeitanteile an der Gesamtbearbeitungszeit in der folgenden Tabelle 4 und graphisch in der Abbildung 7 dargestellt. Die meiste Zeit wird auf die kognitiven Tätigkeiten *Benennung* und *Analyse* verwendet, die geringste Zeit auf *Exploration* und *Integration*. Die Häufigkeiten der Episoden der einzelnen Tätigkeiten sind ebenfalls auf Tabelle 4 dargestellt. Sie zeigen insgesamt eine ähnliche Verteilung wie die Anteile an der Gesamtbearbeitungszeit, mit geringen Abweichungen: die Tätigkeiten *Benennung* und *Analyse* sind meist in langen Episoden zu finden ($M_{\text{Benennung}} = 45 \text{ Sek.}$, $SD_{\text{Benennung}} = 1.74$, $M_{\text{Analyse}} = 51 \text{ Sek.}$, $SD_{\text{Analyse}} = 2.34$), so dass prozentual gesehen der Zeitanteil höher ist als die Häufigkeit. Die Tätigkeit *Implementierung* besteht oft aus kurzen Episoden ($M_{\text{Implementierung}} = 19.10 \text{ Sek.}$, $SD_{\text{Implementierung}} = 1.11$), so dass prozentual gesehen die Häufigkeit höher ist als der Zeitanteil.

Die Verteilung der kognitiven Tätigkeiten über die Zeit der Fallbearbeitungen ist aus Abbildung 8 ersichtlich. Die Abbildung zeigt einmal alle Fallbearbeitungen jedes klinischen Falles separat (Abbildung 8 Fall 1-3), und einmal zusammengefasst für alle drei klinischen Fälle zugleich (Abbildung 8 alle Fälle). Die einzelnen Fallbearbeitungen sind in transparenter Farbe übereinander gelegt, so dass ein dunklerer Farbton anzeigt, dass an dieser Stelle mehr Fallbearbeitungen zugleich diese kognitive Tätigkeit aufweisen. Wie aus der Abbildung ersichtlich ist, sind *Benennung* und *Analyse* über die ganze Zeit der Fallbearbeitung verteilt, ebenso *Planung* und *Implementierung* in geringerer Dichte. *Evaluation*, *Repräsentation* und *Integration* sind zu Beginn nicht vorhanden und kommen in dieser Reihenfolge im Verlauf der Fallbearbeitung zum Vorschein. Diese Abfolge zeigt

sich für jeden der drei Fälle in nahezu der gleichen Art, sie ist also nicht fallabhängig (vergleiche Abbildung 8 Fall 1-3).

Tabelle 4: Die Verteilung der kognitiven Tätigkeiten

Kognitive Tätigkeit	Länge der Episoden und Anteil an der Gesamtbearbeitungszeit aller Fallbearbeitungen	Häufigkeit der Episoden und Anteil an der Anzahl der Episoden aller Fallbearbeitungen
Benennung	360.5 min (36.76%)	474 (32.09%)
Analyse	281.5 min (28.71%)	330 (22.34%)
Exploration	40.4 min (4.12%)	62 (4.2%)
Planung	53.8 min (5.49%)	77 (5.21%)
Implementierung	75.4 min (7.69%)	237 (16.04%)
Evaluation	85.5 min (8.76%)	159 (10.76%)
Repräsentation	45.5 min (4.65%)	79 (5.35%)
Integration	37,3 min (3,81%)	59 (3,99%)
Alle Fälle	980,4 min (100%)	1477 (100%)

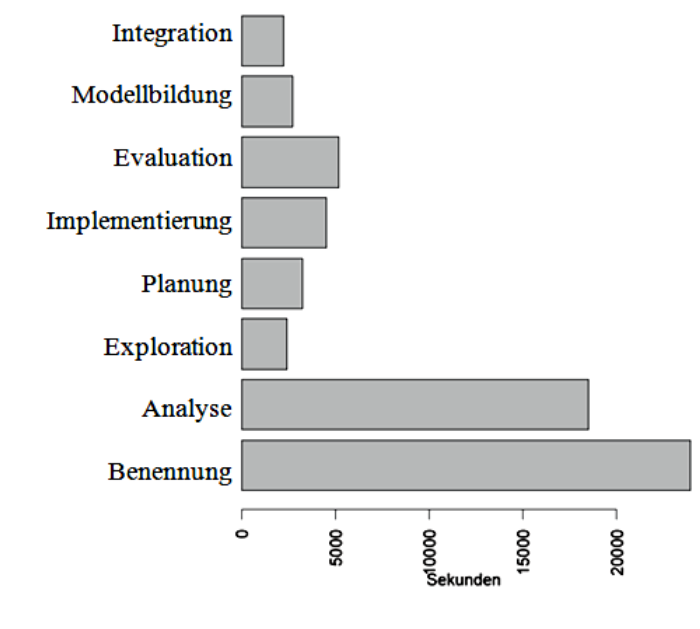


Abbildung 7: Balkendarstellung der Zeitanteile der kognitiven Tätigkeiten an der gesamten Fallbearbeitungszeit

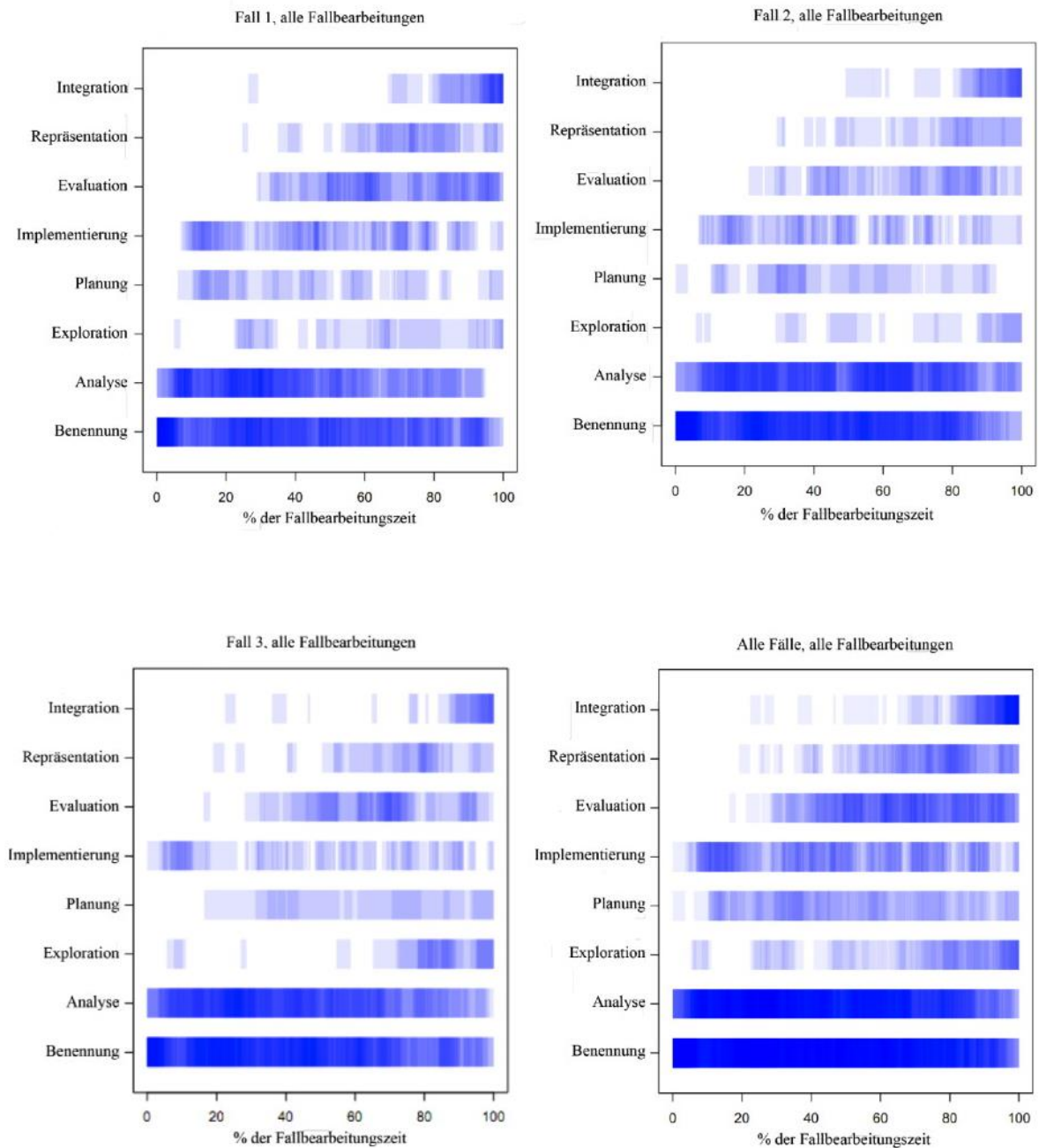


Abbildung 8: Summative Verlaufsdarstellungen der Fallbearbeitungen von allen Teilnehmern für jeden der drei klinischen Fälle separat, und für alle drei Fälle zusammen. Sie zeigen die Verteilung der kognitiven Tätigkeiten über die Zeit.

3.3 Die einzelnen kognitiven Tätigkeiten des Modells für komplexes Problemlösen, adaptiert nach Schoenfeld

Im Folgenden werden Definition, Häufigkeit und Verteilung der kognitiven Tätigkeiten für jede Tätigkeit einzeln dargestellt und mit Beispielen illustriert. Für jede Tätigkeit wird zuerst die Definition vorgestellt. Diese Definitionen sind die verkürzte Form der Definitionen des Kodierleitfadens, und somit Ergebnis der Modellentwicklung. Anschließend wird dargestellt, wie sich die kognitive Tätigkeit in den Fallbearbeitungen des Experimentes wiedergefunden hat. Dies wird mit Textbeispielen aus den Transkripten und Graphiken der Fallbearbeitungen illustriert. Die Textbeispiele sind eingerückt, kursiv gesetzt und mit Anführungszeichen gekennzeichnet. Zum Ende der Besprechung einer Tätigkeit des Modells (Kategorie), werden die Hauptergebnisse auf grauem Hintergrund zusammengefasst. Somit fließen Ergebnisse beider Forschungsfragen ein: die Erstellung eines Modells und dessen Anwendung in einem Experiment.

Es wird auch der Zusammenhang der einzelnen Tätigkeit mit den anderen Tätigkeiten besprochen. Der Zusammenhang aller Tätigkeiten im Sinne eines Musters wird im Kapitel 3.4 erläutert. Zu erwähnen ist, dass in den meisten Fallbearbeitungen Textabschnitte mit zwei (bis maximal vier) kognitiven Tätigkeiten zugleich beobachtet werden konnten (44% der kodierten Episoden). Meist handelte es sich um *Analyse* oder *Evaluation* während der *Benennung*. Der Grund dafür ist, dass die Tätigkeit *Benennung* meistens das Lesen des Falltextes umfasst. Wenn die Studierenden während des Lesens bereits analysierten oder evaluierten, wurde beides zugleich kodiert.

Benennung

Definition:

Benennen des Problems: Symptome und Befunde.

Lesen und Benennen der Probleme bzw. des Falltextes. Die Informationen werden aufgenommen, und als wichtig und unwichtig behandelt, indem sie als „Probleme“ (interessant, unklar, fällt auf, näher zu untersuchen...) benannt werden oder nicht. Der Proband selber wählt aus, was aus den gegebenen Informationen für ihn ein Problem darstellt, und was nicht. Alles kann als Problem benannt werden. Meist handelt es sich um Symptome und Befunde.

Beispiele: der Proband liest den Text ab, mit Einwüfen wie „Ah, gut, okay, warum usw.“.

„Also, das interessiert mich jetzt nicht“. „Ah, eine pAVK hat er auch?“

Abgrenzung zu *Analyse*: Wenn eine Diagnose als Problem genannt wird, fällt sie unter diese Kategorie. Differentialdiagnosen, die auf Symptome hin entwickelt werden, fallen nicht in diese Kategorie. Wenn Diagnosen eine Erklärung für ein zuvor gefundenes Problem darstellen, gehören sie zu *Analyse* und *Exploration*. Problemrepräsentationen, in denen nochmals zusammengefasst wird, was aktuell das Problem des Patienten ist, fallen unter *Analyse*, wenn es nur eine Zusammenfassung der

Ergebnisse

unmittelbaren Informationen darstellt, und unter *Repräsentation*, wenn es eine Zusammenfassung von Informationen aus dem gesamten Fall ist.

Beispiel: Wenn im Urinstix Nitrit positiv ist und Leukozyten vorhanden sind, ist das das Problem. Wenn dies aber bereits in eigenen Worten wiedergegeben wird („Bakteriurie“) oder nach der Ursache gesucht wird („Harnwegsinfekt?“), ist man bereits dabei, das Problem zu interpretieren (*Analyse*). Gegebenenfalls kodiert man beides.

Wenn das Problem implizit ist, wird die Lesezeit, in der das Problem gelesen ist, als *Benennung* kodiert, und die folgende explizite Analyse als *Analyse*.

Beispiel: Wenn ein Studierender schweigend den Urinbefund liest, und anschließend direkt die Differentialdiagnose Harnwegsinfekt nennt, ist das Problem der Urinstixbefunde implizit, die Differentialdiagnose explizit.

Benennung in den Fallbearbeitungen:

Benennung ist die Tätigkeit, die die meiste Zeit der Fallbearbeitung einnimmt (36.76%) und am häufigsten vorkommt (32.09%). Sie ist bei allen Probanden und Fällen vorhanden. Alle Fallbearbeitungen beginnen mit *Benennung*. Diese Tätigkeit beinhaltet das Lesen des Falles und die Benennung von Symptomen und Befunden, und wurde auch kodiert, wenn während des Lesens parallel eine weitere Denktätigkeit stattfand. Sie nimmt zum Ende hin ab, und stellt das Fundament der Fallbearbeitung dar. Der Text wird abgelesen, teilweise abgelesen, oder wie im folgenden Beispiel ohne weitere Analyse kommentiert:

„Hm okay... Harnstoff ist erhöht, hm () sind alle Fettgedruckten nicht normale Werte (hm) <((liest))> okay (hm) (Hämatologie Leukozyten normal Erythrozyten) () (das ist alles normal)“ (VP3R1)

Die Tätigkeit Benennung ist die häufigste Tätigkeit. Sie besteht hauptsächlich aus dem Lesen des Falltextes.

Analyse

Definition:

Analyse des Problems: Wiederholungen, Differentialdiagnosen und Erklärungen.

In der *Analyse* wird das Problem verarbeitet und verstanden. Es wird in eigenen Worten oder in Fachsprache wiedergegeben. Das Problem kann vereinfacht werden, zusammengefasst werden oder nochmals formuliert werden. Man versucht das Problem zu strukturieren und es mit anderen Problemen direkt zu verbinden.

Analyse beinhaltet alles, was über die Nennung des Problems hinausgeht, aber in enger Verbindung mit ihm steht. So wie das Problem meist in Form von Symptomen und Befunden vorliegt, besteht die

Ergebnisse

Analyse meist aus dem Bilden von Differentialdiagnosen und aus Erklärungen. Diese Differentialdiagnosen und Erklärungen sind mit dem Problem direkt verbunden und kurz gehalten.

Beispiele: Bei gegebenen Urinstix-Informationen Nitrit positiv und Leukozyturie: „Bakteriurie.“ „Ah, was Entzündliches.“ „Welche Keime kommen in Betracht?“ „Hat sie schon öfters Harnwegsinfektionen gehabt?“ „Gefährlich wäre es, wenn die Infektion zur Niere aufsteigt.“

Abgrenzung zu *Exploration*:

Beispiele: Bei Bakteriurie ist an entzündliche Erkrankungen des Harntrakts zu denken mit entsprechenden Erregern und Klinik, z.B. Harnwegsinfekt. Jede Differentialdiagnose, die damit vereinbar ist, gehört in diese Kategorie *Analyse*. Wenn man aber bei Bakteriurie weiter von den Befunden entferntere Differentialdiagnosen wie Urothelkarzinom oder Chronisch-obstruktive Lungenerkrankung (COPD) stellt, fällt dies unter *Exploration*. Wenn man es nicht sicher unterscheiden kann, wird mehrfach kodiert.

Analyse in den Fallbearbeitungen:

Diese kognitive Tätigkeit ist die Zweithäufigste in Zeitanteil (28.71%) und Häufigkeit (22.34%). Sie ist bei allen Probanden und Fällen vorhanden. Die *Analyse* geschieht ausführlich. Die gegebenen Informationen verknüpfen sich mit dem Wissen des Studierenden. Hypothesen werden generiert, Probleme und Hypothesen werden erklärt, die Informationen werden untereinander verknüpft.

„<Die Patientin gibt an, nur wenig zu trinken>. Wenig Trinken kann natürlich auch zu wenig Ausscheidung führen. Wieso trinkt sie wenig? Sie ist auch alt, die vergessen auch öfter mal das Trinken. Depressiv kommt vielleicht noch dazu, verstärkt. (...) <Ramipril, ACE-Hemmer. Blutdrucksenker.> Sie hat also auch einen erhöhten Blutdruck. Kann natürlich auf die Arteriosklerose dann auch führen mit stabiler KHK. Sie hat aber auch Ramipril als Risikofaktor. ACE-Hemmer ist ja so, dass das die Nierenfunktion zu einem gewissen Grad unterstützt, wegen den vasoaktiven Faktoren. Aber es kann auch zu einer Nierenschädigung führen.“(VP1R2)

Die Hypothesengenerierung geschieht meist mit wenigen oder einer einzigen Hypothese auf einmal, im weiteren Verlauf der Fallbearbeitung werden weitere Hypothesen aufgestellt und verworfen. Es folgt ein Beispiel einer Studentin, die die ersten Fallinformationen gelesen hat. Erst fasst sie zusammen, dann äußert sie ihre Hypothesen (beides *Analyse*), um dann in die Handlung überzugehen (*Implementierung*):

„Also, sie ist krank - gewesen? Nein, sie ist krank, sie ist erschöpft, sie hat roten Urin, und das hatte sie schon mal. Jetzt muss ich mir die Frage stellen, was sie für eine Krankheit hat. Ob sie Poststreptokokkenirgendwas, äh Glomerulonephritis hat oder? Ich will wissen was sie

Ergebnisse

gegessen hat, ich will wissen ob sie schon in der Menopause ist, ob sie vielleicht blutet, weiß man nicht so genau.“ (VP5R2)

Dass auf die ersten Informationen hin bewusst und systematisch Hypothesen entwickelt werden wie im folgenden Beispiel, ist eher die Ausnahme:

„Mhm, also Nasenbluten das gibt es ja einfach so, idiopathisch, wegen erhöhten Blutdruck könnte er haben, wenn es so spät aufhört, nach drei Stunden erst, hat er vielleicht eine Gerinnungsstörung, also eventuell was an der Leber, Milz oder Leber würde vielleicht auch bei Juckreiz passen, weil eine Gelbsucht kann ja auch glaube ich Juckreiz machen.“ (V2R2)

Oft wiederholen die Probanden das Gelesene oder fassen es zusammen, bevor sie es interpretieren:

(Nach dem Blatt „Erster Eindruck“:) „Also 200 ml am Tag, kleiner Becher Urinausscheidung ähm, Kreatinin war hoch akut. Kreatinin und Harnstoffanstieg. So das sind die wichtigen Sachen.“ (VP1R2)

Außerdem zeigen sich zwei Extreme das Verhältnis von *Benennung* und *Analyse* betreffend: Es gibt Studierende, die erst lesen, und dann analysieren, und andere, die sofort beim Lesen analysieren. Dieses Verhalten war personenabhängig. Auf den beiden folgenden Verlaufsdarstellungen ist dieses Verhalten deutlich zu erkennen.

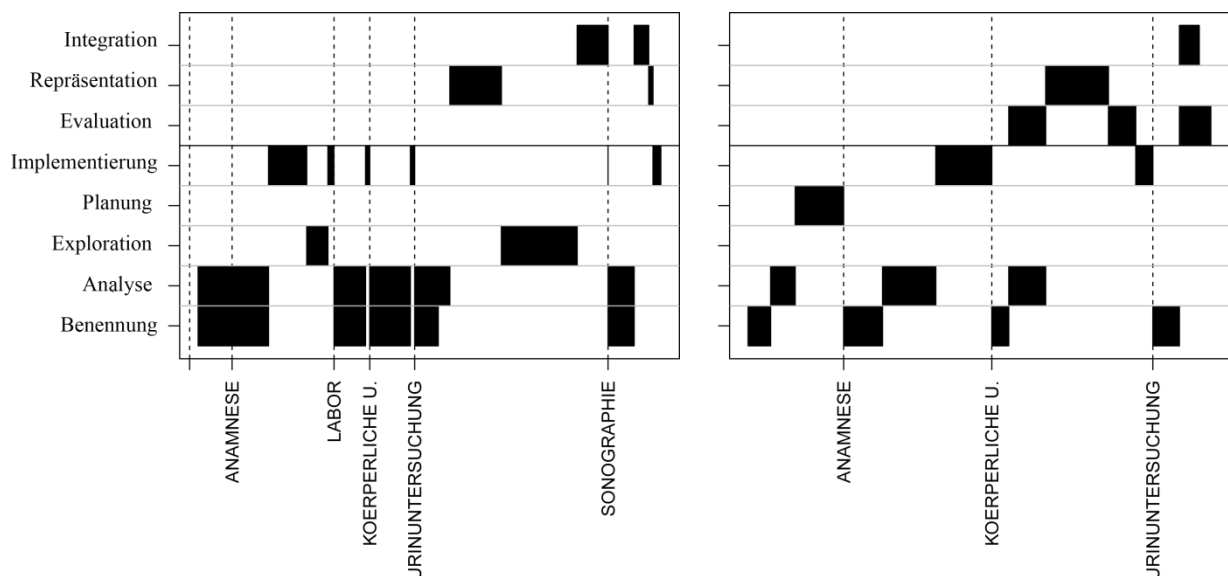


Abbildung 9: Analyse und Benennung.

Links ein Beispiel für das parallele Auftreten von Benennung und Analyse (VP1R3 Fall 1), rechts eine Fallbearbeitung in der Benennung und Analyse aufeinander folgen (VP3R4 Fall 1).

Ergebnisse

Pathophysiologische Erklärungen kommen häufig vor, aber meist in kurzer Form, so dass sie nur aus dem Kontext der Fallbearbeitung und des Falltextes verständlich sind. Man muss selber weiterdenken um sie zu verstehen, es wird nicht die volle Erklärung ausgesprochen. In dem folgenden Beispiel liest die Studentin die körperliche Untersuchung und denkt nach, ob es sich um ein prärenales Nierenversagen handelt oder nicht:

„<Keine Ödeme an Unterschenkeln und Füßen.> Ja, würd jetzt auch dafür sprechen dass es nicht am Herz liegt, also dass da auch keine Hypovolämie ist, (...) dass es sich halt nicht so äußert, dass sie mehr Flüssigkeit irgendwie retendiert.“ (V4R1)

Selten kommen Erklärungen auch in ausführlicherer Form vor:

„<Sie erkennen Erythrozytenzylinder und verformte Erythrozyten/Akanthozyten.> Akanthozyten sind mein allerliebstes Lieblingswort, weil die das sind doch die die so aussehen wie Micky Mäuse, und das spricht immer dafür dass die Glomerulusbarriere irgendwie kaputt ist oder beziehungsweise soweit offen ist dass die Erythrozyten sich durchquetschen können und dadurch verformt sind. Deswegen würd ich jetzt gleich mal darauf tippen dass es was in der Niere ist und speziell in den Glomeruli und speziell in der Schranke.“ (VP3R2)

Die Tätigkeit *Analyse* ist die zweithäufigste Tätigkeit nach der *Benennung*, und bildet mit ihr zusammen das Fundament der Fallbearbeitungen. Sie besteht aus der Analyse der Informationen, Hypothesengenerierung und Erklärungen. Auffällig ist, dass häufig am Ende einer gelesenen Seite Zusammenfassungen und Bewertungen vorkommen.

Exploration

Definition:

Assoziieren, Überlegen, Anwenden von Strategien.

Explorieren bedeutet dass man den Ideenraum erweitert und sich von den gegebenen Informationen löst. Das eigentliche „Nachdenken“ und „Überlegen“, das noch nicht in die Handlung (*Planung* und *Implementierung*) übergeht. Hier wird das Gelesene und Untersuchte weiterhin mit dem eigenen Vorwissen verknüpft, oft in assoziativer Weise. Beispiele und Vorerfahrungen werden hinzugezogen. Eine Suche nach weiteren Informationen und Ideen, auch ungewöhnlichen und kreativen Ideen, die der Lösung des Problems dienen können, findet statt. In der *Exploration* finden sich Strategien (Heuristiken) zum Lösen des Problems, wie das Finden von Analogien, das Zerlegen in Teilprobleme, das Vergleichen mit ähnlichen Problemen oder Faustregeln.

Beispiel: „Die GFR (glomeruläre Filtrationsrate), also die Diurese glaub ich ist gesunken. Wenn ich mal was anderes versuche, weggehe von der Idee dass es durch die Medikamente kommt, was, außerdem, was kann die Niere verschlechtern? Prärenal, intrarenal, postrenal. Häufiges ist häufig, also

denke ich mal prärenal. Schock, Herzinsuffizienz... Exsikkose! Das Bild erinnert mich auch einfach an eine alte Dame, und alte Damen trinken wenig. Wie meine Oma. So, das ist die eine Baustelle. Und depressiv ist sie auch noch. Mal schauen, was haben wir da...”

Aber auch abschweifendes, assoziierendes Denken sowie das „Verlieren des roten Fadens“ fallen unter diese Kategorie, wenn man sich unsicher ist und Vermutungen anstellt. Die *Exploration* ist weniger strukturiert als die *Analyse* und ist weiter vom ursprünglichen Problem entfernt.

Abgrenzung zu *Benennung*, *Analyse* und *Planung*:

Probleme, die nur genannt werden, fallen unter *Benennung*.

Beispiel: „Die Frau ist depressiv. Und sie hat Citalopram, das ist abgesetzt worden.“

Erklärungen nah am Problem fallen unter *Analyse*.

Beispiel: „Die Diurese nimmt ab. Vielleicht hat sie ja zuwenig Volumen, weil sie zuwenig trinkt. Also ein prärenales Nierenversagen“

Die Ideen zum Lösen der Probleme werden bewertet, beurteilt. Hierbei geht es noch nicht um Entscheidungen, was man tatsächlich tun würde (*Planung*), sondern man bleibt im allgemeinen Überlegen.

Beispiel: „(Entzündliche Harnwegserkrankung) Ja, Harnwegsinfekt kann ganz schön schmerzhaft sein, das kenne ich aus eigener Erfahrung. Ist ja auch häufig. Was gibt man da? Mit den Antibiotika, da kenn ich mich so schlecht aus. Vielleicht ein Cephalosporin?“

Exploration in den Fallbearbeitungen:

Innerhalb der ersten fünf Tätigkeiten ist diese die Seltenste (4.12%). Insgesamt ist sie die seltenste Tätigkeit nach der *Integration*. Sie tritt nur gegen Ende der Fallbearbeitungen vermehrt auf. Dies ist dadurch erklärlich, dass viele Studierende sich zum Ende hin nicht mehr klar über ihr weiteres Vorgehen waren, oder sie sich in Assoziationen vom Gegebenen entfernten:

*„Jetzt weiß ich nicht was man dann weiter machen würde? (...) Hmhm. okay? Glucose und Proteine erhöht. Eine Biopsie würde man wahrscheinlich nicht machen, das wäre viel zu ...
(...) Okay. Hm. ja, also es sieht wohl so aus dass die linke Niere nicht funktioniert, aber wie man da jetzt weiter vorgeht, wüsste ich nicht.“ (VPIR5)*

Als Tätigkeit, in der man auf Vorerfahrungen zurückgreift, Strategien entwickelt oder kreativ nach anderen Lösungsmöglichkeiten sucht, kommt die *Exploration* sehr selten vor:

„Ansonsten, ich könnte noch überlegen was in noch einen glomerulären Schaden verursacht? Ob sie vielleicht irgendwelche Erkrankungen hat, die diesbezüglich zutreffen könnten, aber ich glaub nicht dass die dann so starken Urin im Blut machen, ich denk jetzt zum Beispiel an diese ganzen Lupus und Goodpasture und und Diabetes, obwohl für Diabetes hat sie keine

Indikation aber, aber das könnte ja auch alles die Niere schädigen? Und vielleicht hat sie deswegen die Erythrozyten und verformte Erythrozyten?“ (VP3R2)

Die *Exploration* ist die seltenste Tätigkeit nach der *Integration*. Sie wird hauptsächlich gegen Ende der Fallbearbeitung beobachtet, wenn die Studierenden nicht mehr weiter wissen und sich vom Gegebenen entfernen, um Lösungen zu finden wie sie weiter vorgehen könnten. Als konstruktives Anwenden von Strategien kommt diese Tätigkeit sehr selten vor.

Planung

Definition:

Plan finden: Planen, Bewerten und Entscheiden.

Diese Kategorie umfasst jede Art von planender Tätigkeit, auch das Abwägen mehrerer Pläne gegeneinander und das Bewerten und Auswählen eines Planes. Sie beinhaltet auch Begründungen, was mit dem Plan erreicht werden soll.

Beispiel: „Könnte man erstmal ein Sono machen, da könnte man auch einen Harnstau sehen, aber vielleicht ist das nicht nötig? Wurde eigentlich Blut abgenommen?“

Abgrenzung zu *Exploration*: Wenn ein Plan nur im Rahmen anderer Überlegungen angerissen wird, nicht ausführlicher bedacht wird und wenig Intention zur Ausführung erkennen lässt, fällt er unter *Exploration*.

Beispiel: „Gibt ja viele Sachen die einen Harnstau machen können. Wenn man da ein Sono machen würde, könnte vielleicht einen Stein erkennen. Hat sie die Klinik für eine Nierenkolik?“ wäre *Exploration*.

Planung in den Fallbearbeitungen:

Planung wird oft mehrfach kodiert, wenn nicht ganz klar abgrenzbar ist, ob eine Passage nur *Implementierung* oder nur *Exploration* ist. Als eigenständige Tätigkeit, wie sie in der Definition beschrieben ist, kommt sie selten vor. Nur bei 5 Studierenden (5/23, 22%) kommt Planung häufig vor, hier aber auch gleich als personenabhängig in allen drei Fällen. Die untenstehenden Zitate stammen von diesen Studierenden. Das Abwägen zwischen mehreren Plänen und die anschließende Entscheidung, wie man es klassischerweise aus der Handlungstheorie kennt, kommen so gut wie nie vor. Es handelt sich entweder um einen einzelnen Plan, der noch eher vage formuliert wird, und dessen pro und contra abgewogen wird, oder um Überlegungen, die in der Form „ich würde den Patienten fragen...“ ausgesprochen werden. Es ist aber erkennbar, dass der Studierende eigentlich nachdenkt, und nicht sofort den Patienten fragen würde wenn er real anwesend wäre (Abgrenzung zu *Implementierung*). Im Folgenden ein Beispiel dafür:

„Wo man immer vorsichtig sein muss mit den Antworten, also ich würd immer versuchen den Patienten erst zu beruhigen, natürlich würde ich nicht gleich mit der Tür ins Haus fallen und sagen: Ja, es kann Krebs sein, und es nicht ist, bevor man das Wort Krebs ausspricht, sollte man sich echt Gedanken machen gut, man muss dem Patient schon klar machen dass es eine Sache ist die man dringend abklären muss sonst ist der Patient weg und kommt nie wieder? Weil, er hat ja keine Beschwerden außer dass sie müde und erschöpft ist und das kann er sehr gut ignorieren als Patient? “ (VP2R1)

Und ein Beispiel für einen Plan, der abgewogen wird:

„Ja das also das ist auf jeden Fall sehr ungut der Kreatininanstieg ich bin mir jetzt nicht sicher aber ist das, also ich würde vielleicht, was würde ich denn machen? Ein Sono bringt da eigentlich nicht so viel oder? Ein Sono würde ja was bringen wenn zum Beispiel irgendwelche Harnwege verlegt wären. Hätten wir dann einen Kreatininanstieg? Hm ja theoretisch ja vielleicht würde ich mal ein Sono machen?“ (VP3R3)

Planung besteht aus einzelnen Plänen, die vage formuliert oder abgewogen werden, oder aus weiterführenden Fragen an den Patienten. Die Abgrenzung gegen *Implementierung* und/oder *Exploration* ist oft schwierig.

Implementierung

Definition:

Das Nennen eines fertigen Planes, Ausführen eines Planes.

Der Plan wird genannt und eventuell begründet. Unter diese Kategorie fallen Äußerungen, aus denen ersichtlich wird, dass man eine reale Handlung vollzogen hätte, wenn es sich nicht um einen Fall auf Papier handeln würde. Neue Informationen werden durch Fragen, körperliche Untersuchung und technische Untersuchungen angefordert.

Beispiele: „Wie ist denn sein Blutdruck? Den würde ich wissen wollen. Den messe ich nach. Gibt es solch einen Wert? Wo steht er?“

„Also, da würde ich erstmal ein Sono machen, ein Sono habe ich in der Praxis, das geht schnell, und da würde ich einen Harnstau und was Malignes sehen können. Wenn ich sie zum CT schicken würde, würde Zeit vergehen, kostet auch mehr, und ist glaube ich nicht wirklich nötig.“

Abgrenzung zu *Planung*: Wenn ein Plan genannt ist, und er nicht ganz explizit eine Anforderung ist, aber auch nicht einfach eine Erwägung eines Plans ist, werden beide Kategorien kodiert.

Beispiel: „Ja, also ich würde da jetzt ein Sono gut finden“

Implementierung in den Fallbearbeitungen:

Diese Tätigkeit ist die dritthäufigste nach *Benennung* und *Analyse* und kommt in 65/66 Fallbearbeitungen vor. Dies erklärt sich dadurch, dass die Studierenden selbstständig neue Informationen anfordern mussten. Diese Anforderungen stellen jedes Mal eine eigene Episode dar. Das Abwägen verschiedener Pläne (*Planung*) ist seltener als das Nennen von Plänen, für die man sich bereits entschieden hat, und die man jetzt nur noch nennt und begründet (*Implementierung*). Meist folgen diese Schritte auf *Benennung* und *Analyse*. Auffällig ist, dass sich zwei Extreme finden lassen: Entweder wird, immer wenn ein Blatt fertig bearbeitet ist, das Nächste angefordert, oder nach den gegebenen Blättern wird überlegt, was man braucht, und dann werden alle Untersuchungen auf einmal angefordert. Im Folgenden das Textbeispiel eines Studierenden, der einzeln nach und nach die Blätter mit den Informationen anfordert:

„Machen wir erst mal Anamnese. Genau, Anamnese, zack ((lacht))“

(Nach der Anamnese:;) „Gut, dann körperliche Untersuchung?“

(Nach der körperlichen Untersuchung:;) „Gut dann machen wir, ja, ein Blutbild.“

(Nach dem Labor:;) „Genau. Hm, dann würde ich, Urinuntersuchung machen?“

(Nach der Urinuntersuchung:;) „Gut. Ja, ja ich überlege was man für Untersuchungen noch machen könnte. Was haben wir noch? Ultraschall? gibt es noch eine Untersuchung außer Ultraschall noch ((lacht))?“ (VP1R5)

Und ein Textbeispiel eines Studierenden, der mehrere Blätter bzw. Untersuchungen auf einmal anfordert:

(Nach den gegebenen Blättern und der Differentialdiagnose Nierenarterienstenose:;) „Also dann würd ich, immer noch möchte ich gerne Blut abnehmen und mir die Leberwerte angucken, aber, () ich will auch die Nierenwerte mir angucken, und ich möcht ein Ultraschall machen. Ich hör auch auf die Nierenarterie mit dem Stethoskop, ob ich irgendein Rauschen höre, wobei ich mir das nicht zutrauen würde das zu hören, und ja.“ (VP1R1)

Eine weitere Auffälligkeit ist, dass manche Studierende eine weitere Untersuchung anfordern ohne eine weitere Begründung, Erwartung oder Spezifikation zu nennen, und andere Studierende dagegen sehr genau wissen, was sie wollen und genau einen Test oder Wert anfordern. Diese Unterscheidung wurde „Suchfragen“ versus „gezielte Fragen“ benannt. In den obigen Beispielen entspricht das erste den Suchfragen (VP1R5) und das zweite gezielten Fragen (VP1R1).

Implementierung ist die dritthäufigste Tätigkeit, was die Anzahl der Episoden betrifft. Sie beinhaltet meist das Anfordern neuer Informationen in Form von Fragen, körperlicher Untersuchung und technischen Untersuchungen. Es sind Suchfragen von gezielten Fragen zu unterscheiden.

Evaluation

Definition:

Bestätigen und Verwerfen von Annahmen.

Die *Evaluation* beinhaltet die Verifikation zuvor genannter Probleme, Annahmen und Hypothesen anhand von Ergebnissen. Hierbei werden die Ergebnisse gesichtet und interpretiert, beispielsweise Befunde und weitere Informationen. Die *Evaluation* bezieht sich immer auf ein vorher benanntes Problem. Wenn man z.B. in einem Laborbefund zufällig einen auffälligen Befund entdeckt, ist das ein neues Problem, und keine *Evaluation*. Wenn man allerdings einen auffälligen Befund findet, ihn mit vorherigen Befunden und Überlegungen vernetzt und zu einem Ausschluß/einer Bestätigung kommt, fällt es unter diese Kategorie.

Beispiele: „Im Labor sieht man eine CrP-Erhöhung, das hatte ich auch erwartet, als es vorhin hieß sie hat Fieber.“

„Nitrit negativ, also kein Harnwegsinfekt (bei zuvor genanntem Verdacht).“

Abgrenzung zu *Benennung*, *Repräsentation* und *Integration*:

Die Ergebnisse können bereits wieder ein neues Problem (*Benennung*) darstellen, das verfolgt wird.

Beispiele: „Also, es ist Eiweiß im Urin, Proteine positiv, aber warum?!“ Dies ist eine Evaluation der vorherigen Annahme einer Proteinurie, gefolgt von der Benennung eines neuen bzw. eines Folgeproblems.

Die Veränderung der Problemrepräsentation, wenn mehrere evaluierte Befunde zusammengestellt werden, fällt unter *Repräsentation*.

Beispiel: „Also das CrP ist erhöht. Sie hat Fieber. Sie hat Dysurie, jetzt denke ich der Harnwegsinfekt und die Pyelonephritis sind doch wahrscheinliche Diagnosen.“

Die Integration der gesamten Fallbearbeitung in Diagnose, Prognose und Therapie ist die *Integration*. *Evaluation* bezieht sich auf die Evaluation einzelner Probleme, und nicht auf die Evaluation der gesamten Fallbearbeitung.

Beispiel: „Wenn ich die Befunde und die Symptome zusammen schaue, würde ich mich jetzt auf den Harnwegsinfekt festlegen (*Integration*).“

Evaluation in den Fallbearbeitungen:

Evaluation ist die drittlängste von allen Tätigkeiten und die Häufigste der drei kognitiven Tätigkeiten *Evaluation*, *Repräsentation* und *Integration* (10.76%). Alle drei erfordern, dass man sich an die abgelaufene Fallbearbeitung erinnert und die Informationen präsent hat, um sie mit den neu gegebenen Informationen zu verbinden. Die Fallinformationen werden als Problemrepräsentation gespeichert, und aus dieser heraus wird gearbeitet. Sie werden im Folgenden „höhere kognitive Tätigkeiten“ genannt.

Ergebnisse

Die *Evaluation* kommt erst im Laufe der Fallbearbeitung vor und setzt spätestens bei Laborbefunden ein (Urinuntersuchung/Blutuntersuchung). Manchmal geht sie in die *Repräsentation* über, wenn auf ein evaluiertes Ergebnis andere bereits evaluierte Ergebnisse dazugestellt werden. Man kann Evaluationen auf ein bestimmtes Stichwort oder einen bestimmten Wert hin unterscheiden von Evaluationen, die sorgfältig und ausführlich im Anschluss an neue Informationen gemacht werden. Evaluation auf Stichwörter hin gibt es besonders bei den Laboruntersuchungen, bei denen der einzelne Wert evaluiert werden kann:

„Urobilinogen ist (öh::) niedrig. Bilirubin negativ, also es ist schon mal, schließe ich damit eine prärenale Blutung aus. (Äh) Blut, ist dennoch vorhanden, Hämoglobin, Erythrozyten hoch, beziehungsweise das Gewicht. aber hier ist kein Grenzwert. Ja, wenn ich mir das so ansehe, dann, hat sie scheinbar, tatsächlich BLUT IM URIN. Das ist für mich entscheidend, das würde dann auch für die Rotfärbung sprechen.“ (VP1R2)

Manche *Evaluationen* tragen schon den Charakter einer *Repräsentation* an sich, auch wenn es keine explizit genannten Repräsentationen sind, indem bereits mehr Informationen des Falles verknüpft werden, als nur das Problem und seine Evaluation. Im folgenden Beispiel kommentiert eine Studentin die Sonographie und evaluiert die Vorannahme eine Nierenschädigung. Dann bringt sie sie mit den vorher bereits evaluierten Diagnosen Diabetes und Hypertonus in Zusammenhang.

„Der hat schon eine Schrumpfniere! Also dann kann es ja sein dass das ähm ja mit dieser dem Diabetes und dem Hypertonus schon zu einem chronischen Geschehen gekommen ist und dass dadurch deutlich verkleinert ist dann, aber nur EINSEITIG.“ (VP3R3)

Evaluation ist die häufigste Tätigkeit der drei höheren kognitiven Tätigkeiten *Evaluation*, *Repräsentation* und *Integration*, und tritt erst im Verlauf der Fallbearbeitung auf.

Repräsentation

Definition:

Zusammenfassen, Formulieren der Problemrepräsentation.

In der *Repräsentation* spricht man aus, was man zusammengefasst als Probleme des Patienten sieht. Die Problemrepräsentation bildet sich während der Fallbearbeitung und umfasst die Differentialdiagnosen, die man sich auf die ersten Informationen hin gebildet hat. Im Verlauf verändern sich diese Differentialdiagnosen, werden ergänzt, bestätigt oder verworfen. Die *Repräsentation* kann auch Statements zum Stand der Fallbearbeitung beinhalten. Wenn ausgesprochen wird, wie der Stand ist, was man im Moment als die Probleme des Patienten sieht und wie sie zusammenhängen, zeigt sich das „Modell“ der komplexen Situation.

Es werden nur klar ausgesprochene *Repräsentationen* kodiert, wenn bemerkbar ist, dass der Proband absichtlich in seiner Fallbearbeitung Halt macht und sich überlegt, was er schon weiß und wo er steht.

Beispiele: „Also, warum kommt der Patient zu mir? Er hat Fieber, er hat Brennen beim Wasserlassen, und er hat Kopfweg.“

„Was habe ich bis jetzt? Ich ordne mir das nochmal im Kopf, also....“

Abgrenzung zu *Integration*: in dem Moment, wo nicht nur zusammengefasst wird, was die Probleme sein könnten, sondern wo eine Entscheidung für eine Diagnose und Therapie gefällt wird, ist es eine *Integration*.

Repräsentation in den Fallbearbeitungen:

Die *Repräsentation* wird immer wieder explizit genannt. Sie geschieht meist im Anschluss an eine *Evaluation*, wenn mehrere Ergebnisse zusammengefasst und mit den Problemen zusammengeschaut werden. Manchmal auch am Ende der gegebenen Blätter, wenn zusammengefasst wird, was bisher an Informationen vorhanden ist. Dies wird in seltenen Fällen genutzt, um gezielter die weiteren Untersuchungen anfordern zu können. Als Typen lassen sich *Repräsentationen* die einfach eine „Liste“ darstellen und die wesentlichen Informationen aufzählen von solchen unterscheiden, in denen diese Informationen miteinander vernetzt werden. Im Folgenden das Beispiel einer *Repräsentation* in Form einer „Liste“:

*„Gut, also dann denke ich jetzt wieder an Leber und Niere, an die Leber halt wegen der Bluten, was früher nicht so stark war. Und jetzt anscheinend, also drei Stunden lang blutet die Nase ist einfach viel zu lang. Und der Juckreiz halt. Aber er produziert auch wenig Urin.“
(VP4R3)*

Dagegen das Beispiel eines Studenten, der in seiner *Repräsentation* die enthaltenen Informationen vernetzt:

„Also am ehesten könnte ich mir bis jetzt vorstellen auf jeden Fall, dass eben durch die Medikamenten eine gewisse Schädigung vorliegt, von der Niere, falls sie in der letzten Zeit eben viel Schmerzen gehabt hat, viele Medikamente genommen hat, dass das einen Einfluss darauf hat, ansonsten könnte ich mir vorstellen dass wenn sie äh tatsächlich von fünf bis acht Tassen Kaffee pro Tag ernährt quasi oder das ihr komplettes Volumen ist, was sie aufnimmt dann ähm dass sie auch die Niere natürlich durch eine Minderperfusion aufgrund von einer Hypovolämie peu à peu ein bisschen geschädigt worden ist“ (VP5R3)

Oft wird die *Repräsentation* aber auch implizit als Teil anderer Tätigkeiten genannt, und so häufig als Teil der *Integration* und seltener als Teil der *Evaluation* in den Kodierungen erfasst. Ein Beispiel für eine solche *Integration* mit impliziter *Repräsentation*:

„Ich geh erneut von einem akuten Geschehen aus, wahrscheinlich hat sie auch wegen ihrer komischen HWS-Symptomatik vor 2 Monaten schon mal Diclofenac genommen, hat dafür irgendwelche Schäden an der Niere verursacht, die eben auf Diclofenac zurückzuführen sind, hat dies jetzt erneut gemacht, sodass eben ein Schaden war und dementsprechend auch Blut. Ich würde Diclofenac erstmal absetzen und weiter beobachten. Das wäre so meins.“ (VP2R1)

Beim Kodieren war immer wieder ersichtlich, dass der Proband aus einer *Repräsentation* handelt, sie aber nicht explizit ausspricht. Da hier die Gefahr liegt, dass die Ergebnisse durch Interpretation verfälscht werden, wurde diese Tätigkeit nur kodiert wenn sie explizit ausgesprochen wurde.

Repräsentation fasst die Informationen des Falles zusammen. Sie kommt oft implizit vor, wird aber nur kodiert, wenn sie explizit ausgesprochen wird. Es lassen sich die Auflistung bisheriger Informationen und Hypothesen unterscheiden von einer *Repräsentation*, in der die Informationen aktiv vernetzt werden.

Integration

Definition:

Abschließen, Festlegen.

Wenn bei der Fallbearbeitung das Einholen neuer Informationen und die differentialdiagnostischen Überlegungen aktiv und explizit beendet werden und Diagnose/Therapie/Prognose genannt werden, fällt dies unter diese Kategorie. Diagnose und Therapie können hierbei von ganz basalen Äußerungen bis hin zum ausgefeilten Therapieplan variieren. Die Entscheidung wird aufgrund der bisherigen Fallbearbeitung getroffen. Ebenso beinhaltet *Integration* Festlegungen, Arbeitsdiagnosen und Entscheidungen während der Fallbearbeitung. Dies kann auch eine Entscheidung für eine Hypothese auf einem noch nicht so genauen diagnostischen Level sei. Beispielsweise für „ein entzündliches Geschehen“, für einen „Zusammenhang mit der Niere“ oder einen „glomerulären Schaden“ (diagnostisch-genaues Level wäre „Glomerulonephritis“).

Beispiele: „Also ich denk es ist ein Harnwegsinfekt. Davon gehe ich jetzt aus. Soll viel trinken, wenn es nicht besser wird, ich gebe ihm mal ein Antibiotikum mit. Ist keine große Sache, sollte bald besser werden.“

„Also sie hat eine Pathologie an der Niere. Da müssen wir jetzt genauer untersuchen, was für eine Pathologie das ist.“

Abgrenzung zu den anderen Kategorien: Wenn eine Diagnose und/oder Therapie genannt und eventuell begründet wird, aber keine Festlegung oder Abschluss der Fallbearbeitung erfolgt, so wird dies nicht als *Integration* kodiert. Das erklärt, warum auch Fälle ohne *Integration* eine Diagnose beinhalten können. Es kann in einem Fall die richtige Lösung genannt und begründet werden, ohne dass eine klare Festlegung erfolgt. Dies geschieht in den Fallbearbeitungen meist aus Zeitgründen,

wenn der Fall nach zehn Minuten abgebrochen wird und der Proband sich noch nicht explizit festgelegt hat.

Integration in den Fallbearbeitungen:

Die *Integration* ist die seltenste Tätigkeit des Modells. Es ist die Tätigkeit, die zuletzt erscheint und meist die Fallbearbeitung abschließt. Sie kam in 33/66 Fällen vor (50%). Sie fasst meist die gesamte Fallbearbeitung nochmals zusammen, und nennt Diagnose und/oder Therapie. Die *Integration* ist unterschiedlich ausführlich, manchmal wird die Entscheidung nur genannt, manchmal ausführlich begründet. Festlegungen und Arbeitsdiagnosen während der Fallbearbeitung, auf die dann zum Schluss die endgültige Diagnose folgt, gab es nur bei einer Studierenden in allen Fällen und bei einem weiteren Studierenden in einem Fall (VP1R1, VP4R3). Dass Studierende eine (falsche) Diagnose auf eine Information hin „herausschießen“ und sich darauf vorschnell festlegen, konnte fast nie beobachtet werden. Die Studierenden arbeiteten sich meist durch die Information hindurch und legten sich erst fest, wenn sie meinten, ausreichende Informationen bekommen zu haben. Im zweiten klinischen Fall (Exsikkose und prärenales Nierenversagen) wurde auch oft die Therapie genannt, ohne dass eine Diagnose genannt wurde, und im ersten und dritten Fall (Glomerulonephritis, Nierenarterienstenose) oft nur die Diagnose ohne Therapie.

Zwei Beispiele von Fallbearbeitungen des zweiten Falles, jeweils für eine kurze und eine ausführliche *Integration*:

„Die Frau sollte was trinken, dringendst! Das würde ich ihr auch gleich hinstellen.“ (VP5R2)

„Also, da würd ich jetzt Volumen anhängen. Volumen geben und dann schauen, obs besser wird erst mal, das wärs jetzt. Und ich würd auch noch mal die Nieren schallen, zur Sicherheit. Ob nicht vielleicht doch irgendwas Postrenales - aber ist eigentlich sehr unwahrscheinlich wenn sie da keine Schmerzen hat beim Wasserlassen. Bin eigentlich ziemlich sicher dass sie einfach exsikkiert ist. Also ich würd Flüssigkeit geben und gucken ob es besser wird. Aber andererseits müssten das ja die Psychiater auch mitgekriegt haben eigentlich, naja. Ich bleib dabei, dass ich Flüssigkeit anhänge, (...) das auf jeden Fall bei dem Blutdruck und der Herzfrequenz. Also sie hat ja einen Schockindex, einen Positiven, dann braucht sie auf jeden Fall Flüssigkeit. Und wenn das nicht besser wird, dann Katecholamine geben.“ (VP1R1)

Die Probanden wurden nicht aufgefordert, eine Diagnose zu sagen, trotzdem erreichten die Studierenden in der Hälfte aller Fallbearbeitungen in den vorgegebenen durchschnittlichen 10 Minuten die *Integration* und nannten eine Diagnose/Therapie.

Integration ist die seltenste Tätigkeit (3.99%) und nimmt am wenigsten Zeit ein (3.81%). Sie tritt im Verlauf durchschnittlich als Letzte der acht Tätigkeiten auf und beendet meist die Fallbearbeitung.

3.4 Muster der kognitiven Tätigkeiten des Modells für komplexes Problemlösen adaptiert nach Schoenfeld

Nach der Besprechung der einzelnen Kategorien und ihr jeweiliges Verhältnis zu ähnlichen und benachbarten Kategorien folgt die Behandlung der Frage, wie sich die Kategorien insgesamt zueinander verhalten. Die summativen Verlaufsdarstellungen (Abb. 8) zeigten bereits ein charakteristisches Muster der Verteilung und der Abfolge der Kategorien über die Zeit. Im Folgenden sollen die Verteilung und die Abfolge der Kategorien in den einzelnen Fallbearbeitungen, sowie die sich daraus ergebenden Muster näher besprochen werden.

Um Muster in den Fallbearbeitungen heraus zu finden, wurden die Verlaufsdarstellungen der einzelnen Fallbearbeitungen analysiert. In diese Analyse flossen die Beobachtungen, die während des Kodierens gemacht wurden, mit ein. Es lassen sich in der zeitlichen Abfolge und Verteilung der kognitiven Tätigkeiten typische Muster erkennen, von denen im Folgenden die Auffälligsten und Häufigsten dargestellt werden: Es zeigen sich zum einen mehrfache Durchgänge durch die Tätigkeiten *Benennung*, *Analyse*, *Exploration*, *Planung* und *Implementierung*, und zum anderen, dass die Tätigkeiten *Evaluation*, *Repräsentation* und *Integration* vollständig oder teilweise durchlaufen werden. Es lassen sich weitere Muster erkennen, die aber meist personenabhängig und nur bei wenigen Probanden vorhanden sind, oder schon im Kodierprozess erkennen ließen, dass sie nur wenig Einfluss auf den Erfolg der Fallbearbeitung haben. Beispielsweise zeigt sich in dem Vorkommen der Tätigkeiten *Benennung*, *Analyse*, *Exploration*, *Planung* und *Implementierung*, dass sie je Proband konsistent sind. Wer im ersten Fall *Exploration* und *Planung* nicht verwendet, verwendet sie in Fall 2 und 3 ebenfalls nicht. In der Auswertung liegt der Fokus daher auf den beiden genannten, häufigsten Mustern.

Das Muster des vollständigen Modells

Die Analyse der Verlaufsdarstellungen zeigt eine typische, sich wiederholende Abfolge, wie die Studierenden sich durch die kognitiven Tätigkeiten bewegen: Sie beginnen meist mit *Benennung*, gehen zur *Analyse* (oder manchmal *Exploration*) und dann zu *Implementierung* (oder seltener *Planung*) über. Die Informationen, die in der *Implementierung* angefordert werden, werden gelesen und aufgenommen, wiederum mit der Tätigkeit *Benennen*. Damit beginnt ein weiterer Ablauf wieder von vorne. Diese Abfolge wird als „Schleife“ benannt. Die Fallbearbeitungen enthalten mindestens eine Schleife und maximal sieben Schleifen ($M_{\text{Schleife}} = 3.18$ Schleifen/Fall, $SD_{\text{Schleife}} = 1.46$). Die am meisten vorkommende Abfolge von Tätigkeiten in den Schleifen ist *Benennung*, *Analyse*, *Implementierung* und *Benennung* (116 von 210 Schleifen; 55%). Diese Schleifen bilden wie ein Rhythmus die Grundlage der Fallbearbeitung, je nach Proband und Fall wenige oder viele Schleifen, die schneller oder langsamer aufeinander folgen. Diese Schleifen kommen in allen Fallbearbeitungen vor und sind je Proband meist konsistent (+1 Schleife).

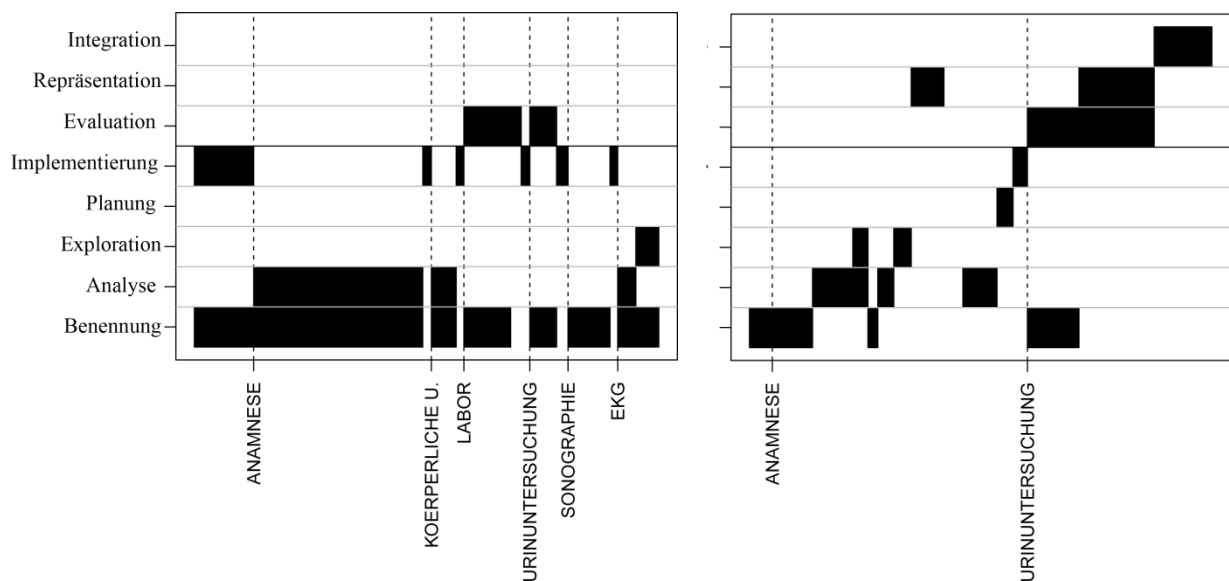


Abbildung 10: Schleifen in den Fallbearbeitungen.
Links eine Beispiel mit fünf Schleifen (VP3R1 Fall 3)), rechts eine Fallbearbeitung, in der nur eine einzige Schleife vorhanden ist (VP6R1 Fall 1).

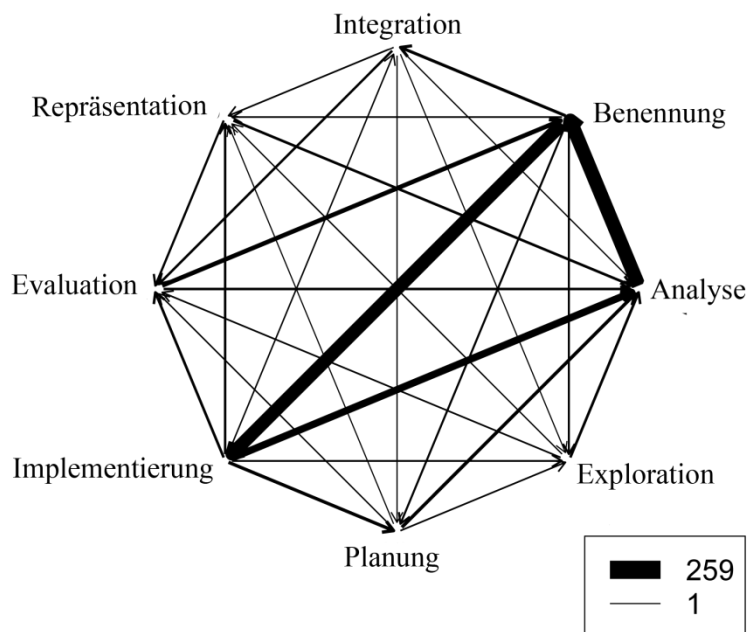


Abbildung 11: Häufigkeiten der Übergänge zwischen den Tätigkeiten für alle Fallbearbeitungen.
Je dicker die Linie zwischen zwei kognitiven Tätigkeiten, desto häufiger kommt der Übergang vor. Die Pfeile zeigen in die Richtung der Tätigkeit, mit der der Übergang beginnt.

Die Tätigkeiten *Evaluation*, *Repräsentation* und *Integration* zeigen ebenfalls eine typische Abfolge in mehr als der Hälfte der Fallbearbeitungen (37/66; 56%). Die Abfolge beginnt damit, dass im Verlauf der Fallbearbeitungen zusätzlich zu den Schleifen die *Evaluation* und optional *Repräsentation* erscheinen, gefolgt oder abgeschlossen von der *Integration*. *Repräsentation* wird als optional betrachtet, da nur explizit ausgesprochene Repräsentationen kodiert wurden. Oft konnte man beim Kodieren implizite *Repräsentationen* beobachten, die aber nicht kodiert wurden, um ein klares Ergebnis zu erzielen und die Interraterreliabilität zu gewährleisten. Die Tätigkeiten *Evaluation*, *Repräsentation* und *Integration* erfordern die Fähigkeit die Inhalte des Falls zu abstrahieren. Daher werden sie in Abgrenzung zu den Tätigkeiten, die in den Schleifen angewendet werden, als „höhere kognitive Tätigkeiten“ bezeichnet. Wenn die Fallbearbeitungen sowohl die Schleifen als auch die höheren kognitiven Tätigkeiten *Evaluation*, *Integration* und optional *Repräsentation* aufweisen, wird die Fallbearbeitung als „vollständiges Modell“ bezeichnet (37/66; 56%). Wenn die höheren kognitiven Tätigkeiten in einer anderen Reihenfolge vorliegen oder nur einzelne dieser Tätigkeiten vorkommen, wird die Fallbearbeitung als „unvollständiges Modell“ bezeichnet (29/66; 44%). Das vollständige Modell ist gleichmäßig über die drei klinischen Fälle verteilt, es kommt etwas weniger häufig in dem dritten, komplexesten Fall vor (erster Fall: 14/23; 61%, zweiter Fall: 13/22; 59%, dritter Fall: 10/21; 48%). Das vollständige und das unvollständige Modell ist bei den Probanden nur teilweise konsistent. Sechs von 21 Probanden (29%) weisen in allen drei Fällen das Muster des vollständigen Modells auf, und ebenso vier (19%) das unvollständige Modell. Sieben Probanden (33%) haben in zwei von drei Fällen das vollständige Modell, vier Probanden (19%) in zwei von drei Fällen das Unvollständige. Aus diesem Grund wird das Muster des vollständigen Modells nicht nur als fallunabhängig sondern auch als personenunabhängig betrachtet. Im Folgenden wird mit den einzelnen Fallbearbeitungen gerechnet (n=66 Fallbearbeitungen). Abbildung 12 zeigt zwei Verlaufsdarstellungen von Fallbearbeitungen, die als Beispiele für ein unvollständiges und ein vollständiges Modell dienen sollen. Im Anhang finden sich die kodierten Transkripte beider Fallbearbeitungen.

Von allen Mustern, die sich finden ließen, war das vollständige Modell das häufigste und auffallendste. Darum wurde es vorrangig untersucht. Die Fallbearbeitungen mit unvollständigem Modell lassen sich nochmals in Unterformen unterteilen. Die Unterschiede betreffen die höheren kognitiven Tätigkeiten, da die Schleifen in allen Fallbearbeitungen vorkommen. Es können zwei Unterformen beschrieben werden, die jeweils in mehr als drei Fallbearbeitungen vorkommen:

1. Unterform: In den Fallbearbeitungen kommen *Evaluation* und *Repräsentation* vor, aber nicht die *Integration* (9/66; 14%).
2. Unterform: Es kommt nur die *Evaluation* vor (10/66; 15%)

Beim Prüfen der Transkripte dieser Fälle zeigt sich, dass die Studierenden entweder in den vorgegebenen zehn Minuten ihre Fallbearbeitung noch nicht abgeschlossen haben und unterbrochen

Ergebnisse

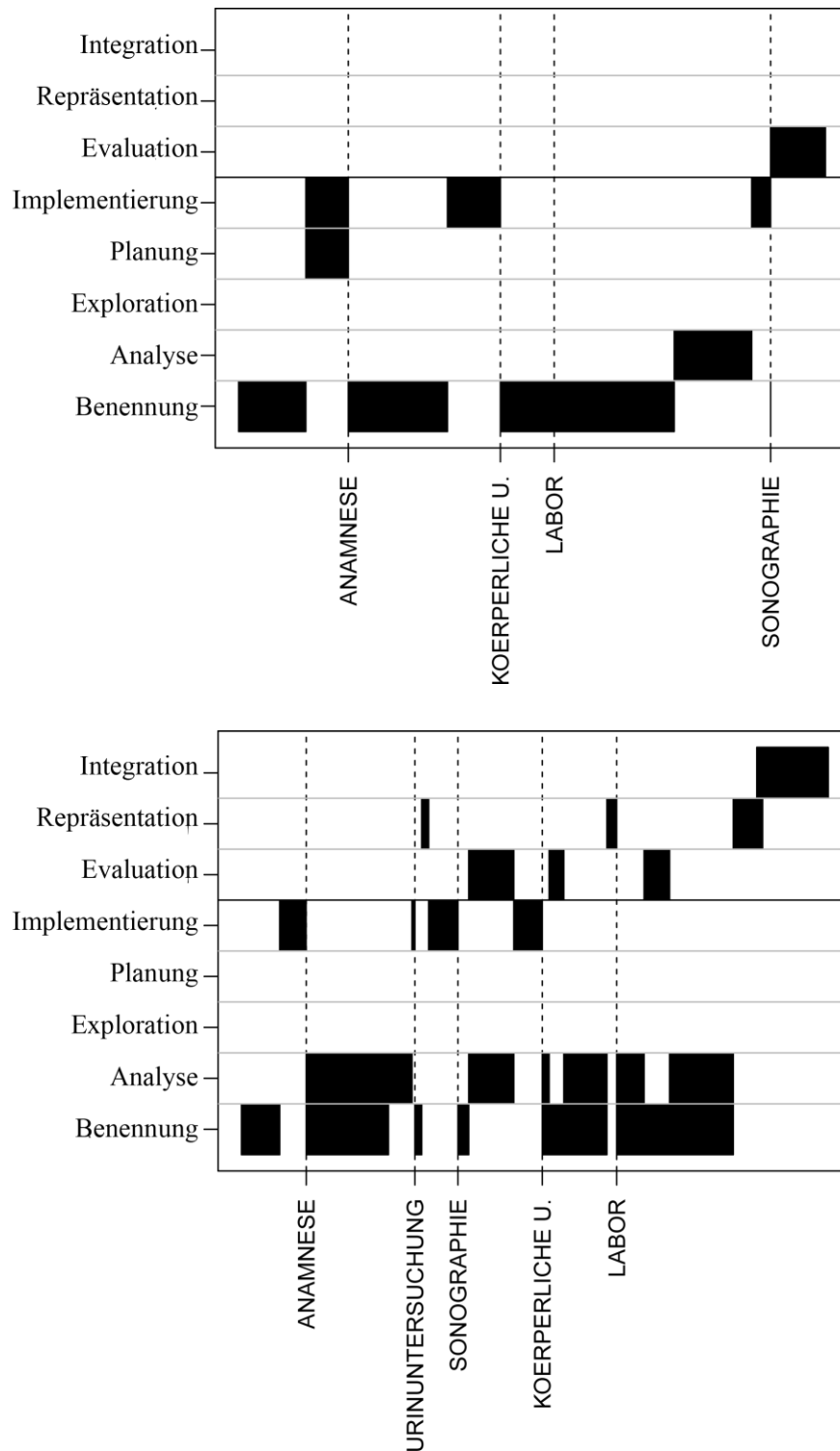


Abbildung 12: Verlaufsdarstellungen unvollständiges und vollständiges Modell
Oben ein Beispiel für ein unvollständiges Modell (VP6R2 Fall 2), unten für ein vollständiges Modell (VP3R2 Fall 2)

wurden, oder ihnen fehlt der Überblick über den Fall, um eine innere Repräsentation zu entwickeln und den Fall abzuschließen. Manchmal äußerten die Studierenden dies sogar selber. Hier ein Zitat eines Studenten, der den ersten und zweiten Fall mit vollständigem Modell bearbeitete, und nun bei

dem dritten komplexesten Fall *Evaluation* und *Repräsentation* aufweist, aber nicht zur *Integration* gelangt:

„Irgend Anamnese bitte. Ich möchte einfach mehr, ein besseres Bild von ihm verschaffen. Momentan hänge ich noch ziemlich in der Luft. (...) Ja der Kerl ist ne komplette Baustelle, wo soll ich denn da anfangen? (...) Ja, also es ist momentan so, dass ich immer noch nicht weiß, in welche Richtung ich gehen soll. (...) So, jetzt steh ich ein bisschen auf dem Schlauch. (...) Ich steh komplett auf dem Schlauch. Er hat so viele Sachen gleichzeitig, dass ich wahrscheinlich das Wesentliche nicht sehe. (...) Seh schon wieder nichts. Ähm, was habe ich eigentlich alles?“
(VPIR2)

3.5 Das Muster „vollständiges Modell“ korreliert signifikant mit der richtigen Lösung des Falles. Es besteht kein Zusammenhang mit Vorwissen, Studienfortschritt, Alter und Geschlecht.

Es wurde untersucht, mit welchen Faktoren das vollständige Modell zusammenhängt und wie es sich zur Lösung des Falles verhält. Die soziodemographischen Daten der Teilnehmer und ihr Studienfortschritt (Alter, Geschlecht, Semester und praktische Erfahrung) stehen nicht mit dem vollständigen Modell in Zusammenhang.

Die Ergebnisse des Assessments nach der Lernphase sind in der folgenden Tabelle 5 dargestellt. Die Ergebnisse im Faktenwissen sind deutlich besser als die im Problemlösewissen (Problemlöseaufgaben) und Handlungswissen (Key-Feature Problems). In einer weiteren Spalte sind die Noten des Physikums (Erster Abschnitt der ärztlichen Prüfung) eingetragen.

Tabelle 5: Ergebnisse des Assessments

Assessment	Mittelwert	Wertebereich	Standardabweichung
Faktenwissenstest	70%	38-100%	18.40
Problemlöseaufgaben	32%	0-93%	22.94
Key Feature Problems	54%	33-73%	16.03
Physikum %	77%	65-87%	6.58
Physikum Note	2.43	2-3	0.51

Mit MANOVAs wurde untersucht, ob das Vorwissen (Physikumsnote in Prozent, Assessment von Faktenwissen, Begründungswissen und Handlungswissen) einen Einfluss auf das Muster des vollständigen Modells oder auf die richtige Falllösung ausübt. Das Vorwissen hing in allen vier genannten Komponenten weder mit dem vollständigen Modell ($F(12;48) = .948$; n.s.) noch mit der richtigen Lösung des Falles zusammen ($F(12;48) = 1.2$; n.s.). Vorwissen ist über ein standardisiertes

Maß hinaus kein Prädiktor weder für das vollständige Modell, noch für die richtige Lösung. Diese Aussage kann für dieses Setting mit diesem Level an nephrologischen Wissen getroffen werden.

Die richtige Lösung des Falles wird in 27 Fallbearbeitungen erreicht (27/66; 41%). Die falsche oder keine Lösung wird in der Mehrheit der Fallbearbeitungen erreicht (39/66; 59%). Von den 37 Fallbearbeitungen mit dem vollständigen Modell erreichten 24 die richtige Lösung (24/37; 64%). Im Gegensatz dazu erreichen von den 29 Fallbearbeitungen mit unvollständigem Modell nur drei die richtige Lösung (3/29; 10%). Das vollständige Modell ist somit mit der richtigen Lösung assoziiert. Dieser Zusammenhang wurde mit Hilfe des Chi-Quadrat-Tests untersucht, und stellte sich als hochsignifikant heraus, mit $p < .0001$. Der Phi-Koeffizient (mean square contingency coefficient) betrug $\phi=0.55$. Er zeigt somit einen Zusammenhang unabhängig von der Stichprobengröße.

Tabelle 6: Häufigkeiten der richtigen Lösung in Relation zum vollständigen Modell

	Keine richtige Lösung	Richtige Lösung
Unvollständiges Modell	26/29; 90%	3/29; 10% 29 Fälle; 44%
Vollständiges Modell	13/37; 35%	24/37; 64% 37 Fälle; 56%
	39/66; 59%	27/66; 41%

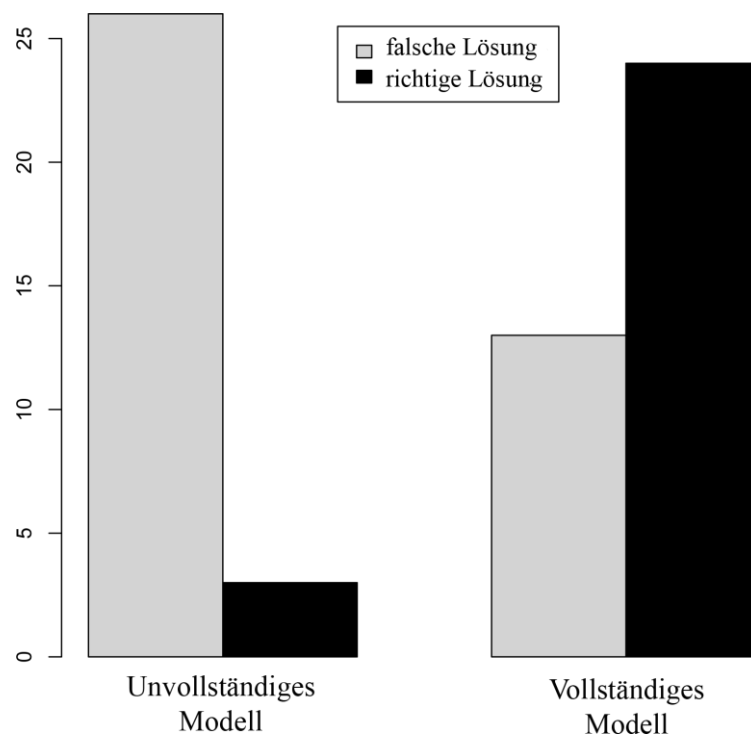


Abbildung 13 : Häufigkeiten der richtigen Lösung in Relation zum vollständigen Modell (Tabelle 6 als Graphik).

4 Diskussion

4.1 Diskussion der Ergebnisse

Die erste Fragestellung bezog sich darauf, ob sich ein Modell erstellen lässt, das geeignet ist, das Problemlösen Medizinstudierender bei der Fallbearbeitung zu beschreiben. Es ließ sich das *Modell für komplexes Problemlösen, adaptiert nach Schoenfeld* erstellen. Es wurde aus der Beobachtung Medizinstudierender gewonnen sowie aus dem Modell von Schoenfeld, das allgemeine kognitive Problemlösetätigkeiten beschreibt. Es ist somit geeignet, speziell das Problemlösen Medizinstudierender zu beschreiben. Das *Modell für komplexes Problemlösen, adaptiert nach Schoenfeld* besteht aus acht kognitiven Tätigkeiten: *Benennung, Analyse, Exploration, Planung, Implementierung, Evaluation, Repräsentation* und *Integration*. In der Literatur finden sich ähnliche Modelle aus der Medizin, die an Ärzten beobachtet wurden: Das hypothetisch-deduktive Modell¹⁰ und das Modell von Barrows und Tamblyn³. Das hypothetisch-deduktive Modell legt den Schwerpunkt auf die Generierung und Testung von Hypothesen, Barrows hingegen beschreibt fünf große, aufeinanderfolgende Schritte der Fallbearbeitung. Ein kürzlich ausgearbeitetes Modell stammt von Charlin². Es ist im Gegensatz zu den beiden zuvor genannten Modellen sehr detailliert und ausführlich. In den vielen kognitiven Tätigkeiten, die er im klinischen Denken von Experten beobachtete, finden sich auch die Tätigkeiten des *Modells für komplexes Problemlösen, adaptiert nach Schoenfeld* wieder.

Die zweite Fragestellung bezog sich auf die Anwendung des erstellten *Modells für komplexes Problemlösen, adaptiert nach Schoenfeld* auf das Problemlösen Medizinstudierender bei der Fallbearbeitung. Sie gliederte sich in folgende drei Unterpunkte: a) Wie sind die Häufigkeit und Verteilung der kognitiven Tätigkeiten des Modells; b) Zeigen sich typische Muster im Problemlöseprozess?; c) Welche Faktoren sind mit einer richtigen Falllösung korreliert?

Den ersten Unterpunkt betreffend zeigte sich, dass das Problemlösen der Medizinstudierenden hauptsächlich aus den folgenden kognitiven Tätigkeiten bestand: *Benennung, Analyse* und *Implementierung*. Die Teilnehmer der Studie verwendeten 73% der gesamten Fallbearbeitungszeit auf diese eher basalen Tätigkeiten. Die Studierenden verwendeten weniger Zeit auf *Exploration* und *Planung* (10%). *Evaluation, Repräsentation* und *Integration* waren nur bei einem Teil der Studierenden zu finden. Die Studierenden verwendeten 17% der gesamten Fallbearbeitungszeit auf diese höheren kognitiven Tätigkeiten. Die Häufigkeiten der Episoden der verschiedenen Tätigkeiten zeigten insgesamt eine ähnliche Verteilung wie die Anteile an der Fallbearbeitungszeit.

Diese Verteilung der Tätigkeiten wird verständlich, wenn man bedenkt, dass das Lesen des Falltextes mit *Benennung* kodiert wurde, und die erste Bearbeitung in Form von genauerer Analyse und Hypothesenbildung als *Analyse*. Somit sind *Benennung* und *Analyse* quantitativ die Haupttätigkeiten

der Fallbearbeitung, jedenfalls, wenn die Fälle mehrere Seiten Text enthalten wie in den Fällen dieser Studie. *Implementierung* kam immer vor, da die Teilnehmer wussten, dass sie weitere Informationen selber anfordern müssen. Dass die *Exploration* nur wenig vertreten war, war ähnlich überraschend wie die Tatsache, dass *Planung* weniger als *Implementierung* vorhanden war. Man hätte aus den Vorarbeiten Schoenfelds annehmen können, dass Studierende oft in diesen Kategorien denken würden. Die *Exploration* betreffend hätte man annehmen können dass sie zum einen Beispiele und Vorerfahrungen verwenden würden, Strategien bzw. Heuristiken zum Lösen des Problems anwenden würden, dass sie sich aber auch zum anderen öfters assoziativ vom Thema entfernen und den „roten Faden“ verlieren würden. Stattdessen war zu beobachten, dass die Informationen aufgenommen und nah am Thema kommentiert wurden, und dann die nächste Handlung vorgenommen wurde. Ähnlich verhielt es sich mit der Tätigkeit *Planung*: man hätte annehmen können, dass das Abwägen verschiedener Pläne mehr Zeit einnehmen würde als das Aussprechen des fertigen Planes (*Implementierung*). Es wurden aber meistens direkt fertige Pläne genannt und begründet, ohne vorherige ausgesprochene Abwägung. Somit zeigt sich ein Bild eines Studierenden, der die Information knapp kommentiert, und dann zielgerecht zur weiteren Informationssammlung übergeht.

Bei der *Implementierung* war das Anfordern von neuen Informationen in Form von gezielten Fragen von Suchfragen zu unterscheiden. Dieser Unterschied wurde auch von Barrows bei Experten beobachtet und mit „search questions“ und „scan questions“ benannt³. Einmal sucht der Proband eine ganz bestimmte Information (z.B. einen Befund in der Abdomensonographie: „Sind die Nieren gestaut?“), das andere Mal fordert er eine Untersuchung an, um weitere Informationen zu erlangen, die ihm weiterhelfen können (z.B. „Jetzt machen wir erstmal eine Sonographie.“).

Dass *Evaluation* und *Repräsentation* erst im Verlauf der Fallbearbeitung auftauchten, wird dadurch verständlich, dass zuerst „Material“ gesammelt werden muss, bevor man eine Repräsentation bilden und evaluieren kann. Die *Repräsentation* war in 2 Extremen vorhanden: Als Liste von Informationen des Falls, und als vernetzte Informationen. Das entspricht den Ergebnissen einer Studie von Bordage und Lemieux, in der eine Repräsentation, die eine Vernetzung der Fallinformationen aufweist, ein Faktor für erfolgreiche Fallbearbeitungen von Medizinstudierenden ist. Sie stellen eine Tafel auf, welche verschiedenen Vernetzungen zwischen Informationen vorkommen können. Ihre Studie ist eine Pilotstudie mit einer kleinen Probandenanzahl (n=9), und sie empfehlen dieses Ergebnis an einer größeren Anzahl zu replizieren³³. In der vorliegenden Arbeit geschah die *Integration* meist zu Ende der Fallbearbeitung, was insofern interessant ist, da es dem Vorurteil widerspricht, Studierende würden vorschnell mit wenigen Informationen Diagnosen nennen und sich auf sie versteifen. Im Gegenteil, meist sammelten die Studierenden die Informationen und bildeten Arbeitshypothesen auf einem erst allgemeinen und später immer konkreteren Level, und näherten sich so der Diagnose. Beispielsweise über „intrarenales Problem“, „glomerulärer Schaden“, „entzündlich-autoimmuner Prozess mit Nierenbeteiligung“ zur Diagnose „Autoimmun-Glomerulonephritis“.

Dieses ist als Merkmal von Experten beschrieben, sowohl in der Strategie der Scheme Induction^{34,35} als auch in den Ebenen des Diagnoseprozesses nach Evans und Gadd⁷¹. Die Studierenden nannten in der *Integration* oft eine Hypothese, die nicht auf diagnostischem Level war, legten sich darauf fest und gingen zu Therapie und *Procedere* über (z.B. „zu wenig Volumen“ statt „prärenales Nierenversagen aufgrund Exsikkose“). Auch dies wird als Merkmal des Experten und des fortgeschrittenen Novizen beschrieben. Die Hypothese beinhaltet eine pathophysiologische Begrifflichkeit wie „Retentionsproblem der Niere“ oder Klassifikationen wie „endokrines Problem“. Diese Hypothesen werden „Facets“ genannt, im Gegensatz zu „Finding“ (Symptome und Befunde) und „Diagnosis“ (Diagnose)^{71,72}. Die Hypothese wird nur soweit dem diagnostischen Level angenähert, wie erforderlich ist, um in die Aktion überzugehen, da die Handlung (Diagnostik und Therapie) Ziel des medizinischen Problemlöseprozesses ist. Die so erlangte Hypothese kann man als „Categorization for the purpose of action“ bezeichnen, eine Hypothese, die spezifiziert genug ist um der Handlung dienen².

Der nächste Unterpunkt der zweiten Fragestellung betraf die Frage, ob sich in den Fallbearbeitungen typische Muster der kognitiven Tätigkeiten finden lassen. In den Analysen fanden sich bestimmte, sich wiederholende Muster: die „Schleifen“ und das „vollständige Modell“. Das Muster von *Benennung* über *Analyse* bzw. *Exploration* zu *Implementierung* bzw. *Planung*, das sich bei allen Studierenden beschreiben ließ, wurde als Schleife benannt. Somit beschreibt eine Schleife den Weg von Informationsaufnahme über deren Verarbeitung zu weiterer Handlung. Dieses Forschungsergebnis ist konsistent mit den Schleifen (Loops) im Problemlöseprozess von Ärzten, beschrieben von Barrows und Tamblyn³. Das zweite Muster betraf das Vorkommen der höheren kognitiven Tätigkeiten *Evaluation*, *Repräsentation* und *Integration*. Sie konnten in 56% aller Fallbearbeitungen kodiert werden. Ein Fall mit Schleifen und höheren kognitiven Tätigkeiten wurde als das Muster „vollständiges Modell“ definiert. Da die Schleifen sich bei allen Studierenden beschreiben ließen, waren die höheren kognitiven Tätigkeiten ausschlaggebend, ob eine Fallbearbeitung ein vollständiges Modell aufwies oder nicht. Das vollständige Modell erwies sich als fall- und personenunabhängig. Es gab demzufolge keine „Problemlöser“, und keine klinischen Fälle, bei denen das vollständige Modell häufiger auftrat. Dass das vollständige Modell nur bei einem Teil der Fallbearbeitungen zu finden ist, ist in Übereinstimmung mit der Handlungstheorie. Schoenfeld fand in seinen Studien Fallbearbeitungen von Studierenden, die die kognitiven Tätigkeiten des Modells vollständig aufwiesen, und solche, die nur wenige Tätigkeiten aufwiesen. Die Empfehlung der instruktionalen Modelle aus der Handlungstheorie besteht darin, die Schritte der Modelle möglichst vollständig zu befolgen, da dies eher zum Erfolg führt⁴⁸.

Insgesamt zeigte der Prozess der Fallbearbeitung eine dynamische Abfolge der Tätigkeiten mit verschiedenen Längen der Episoden und oft schnellem Wechsel zwischen den einzelnen Tätigkeiten. Der Arbeitsfluss folgte nicht einer Reihenfolge in Schritten, bei der eine Tätigkeit der anderen folgt. Da aber zu erkennen war dass zuerst die fünf Tätigkeiten der Schleifen vorhanden sind und im Verlauf

der Fallbearbeitung die höheren kognitiven Tätigkeiten einsetzen, kann man im groben Überblick von einer Reihenfolge sprechen. Dieser nichtsequentielle Arbeitsfluss ist nötig, um der Komplexität der medizinischen Probleme gerecht zu werden, so wie es in der kognitiven Psychologie als komplexes Problemlösen beschrieben ist^{40,60}. Hierbei geschieht die Bearbeitung eines Falles nicht in einer einzigen sequentiellen Abfolge oder Reihenfolge, sondern in einem dynamischen und komplexen Prozess, wie er auf den Verlaufsdarstellungen zu erkennen ist. Durch mehrere Probleme, mehrere Ziele und die zeitliche Dynamik beginnt der Problemlöseprozess mehrmals. Dieser einzelne Prozess kann sich in einer Reihenfolge der Tätigkeiten abspielen, meist mit *Benennung*, *Analyse* und *Implementierung*. Da aber mit jedem neuen Problem und jeder Änderung der vorhandenen Probleme ein weiterer Prozess startet, beeinflussen sich die verschiedenen Prozesse gegenseitig. So kann z.B. eine Laboruntersuchung (*Implementierung*) der Prüfung mehrerer Probleme dienen. Ein derart komplexes Geschehen erfordert die Fähigkeit die Informationen zu ordnen, sich einen Überblick zu verschaffen, und aus diesem heraus zu evaluieren und abzuschließen. Dies sind die höheren kognitiven Tätigkeiten *Evaluation*, *Repräsentation* und *Integration*.

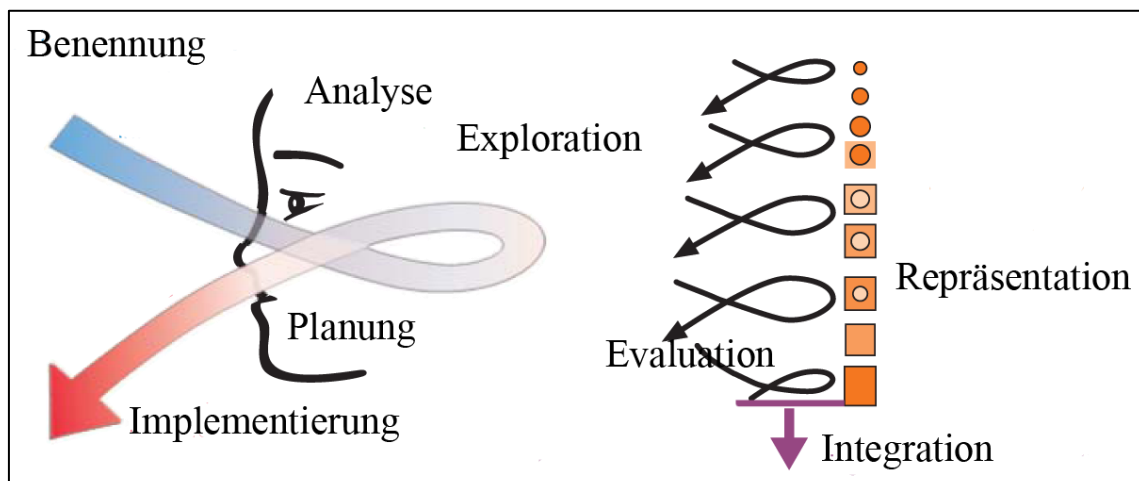


Abbildung 14: Schema des Modells für komplexes Problemlösen, adaptiert nach Schoenfeld.

Barrows und Tamblyn beobachteten in mehreren Studien an Ärzten einen ähnlichen Ablauf in fünf Schritten, den sie 1980 in einer Zusammenschau veröffentlichten, die als ein Grundwerk für die Berechtigung von problemorientiertem Lernen (POL/PBL) diente³. Hierbei werden Informationen wahrgenommen(1), Hypothesen gebildet(2) und neue Informationen angefordert(3). Diese Schleife (Loop) wiederholt sich, währenddessen bildet sich eine Problemrepräsentation(4). Wenn genügend Informationen vorhanden sind, wird die Bearbeitung abgeschlossen(5). Dieser an Ärzten beobachtete Prozess entspricht dem Prozess, der hier an Studierenden festgestellt wurde. Das Modell von Barrows ist mit seinen fünf Kategorien gröber, und benennt die *Evaluation* nicht als eine eigenständige Tätigkeit.

Der letzte Unterpunkt der zweiten Fragestellung bezog sich darauf welche Faktoren mit der richtigen Lösung des Falles korreliert sind. Das Muster des vollständigen Modells war mit einer höheren Häufigkeit der richtigen Lösung assoziiert. Die Korrelation zwischen dem vollständigen Modell und der richtigen Lösung war signifikant ($\phi=0.55$; $p< 0.0001$). Die Handlungstheorie gibt eine Erklärung für dieses Ergebnis. Für instruktionale handlungstheoretische Modelle wird meist empfohlen, alle Schritte des Modells zu berücksichtigen, um das Problem erfolgreich zu lösen. Der Grundgedanke ist, dass ein bestimmtes Set an Schritten erforderlich ist um ein Problem erfolgreich zu lösen. Auch Schoenfeld fand heraus, dass das vollständige Durchlaufen der kognitiven Tätigkeiten seines Modells mit höherem Erfolg assoziiert war. Wenn Studierende dagegen bei Fallbearbeitungen nur zwei der sechs Tätigkeiten aufwiesen, war dies mit Misserfolg verbunden (Read-Explore Typ). Das Muster des vollständigen Modells deckt sich somit mit den Mustern, die Schoenfeld bei seinen Studierenden fand: das unvollständige Modell entspricht dem Read-Explore Typ, das vollständige Modell dem Durchlaufen aller Tätigkeiten des Modells.

Eine weitere Erklärung für diesen Zusammenhang wird deutlich, wenn man sich noch einmal vergegenwärtigt, dass die ausschlaggebenden Tätigkeiten des vollständigen Modells die höheren Denkleistungen *Evaluation*, *Repräsentation* und *Integration* waren. Sie erfordern die Fähigkeit, zu abstrahieren, d.h. dass man nicht nur mit den aktuell gegebenen Informationen umgeht, sondern sich erinnert, und die erinnerten Informationen aktiv mit den aktuellen Informationen verknüpft. Und wer sich auf diese Weise in der dynamischen und komplexen Fallumgebung zurecht findet, gelangt eher zur richtigen Lösung, wie es in der kognitiven Psychologie als komplexes Problemlösen beschrieben wird⁴⁰. Die *Repräsentation* ist Voraussetzung für *Evaluation* und *Integration*. Auch wenn sie nicht immer explizit von den Studierenden genannt wurde, ist eine *Repräsentation* nötig um evaluieren und eine *Integration* durchführen zu können. Diese kognitive Tätigkeit ist eine synthetisierende Leistung. Die vielen Informationen eines Falles werden ausgiebig analysiert, dementsprechend ist die *Analyse* bei allen Fallbearbeitungen vorhanden. Aber das anschließende Zusammenschauen dieser Informationen ist eine Synthese, und nicht bei allen Fallbearbeitungen vorhanden. Dieses Phänomen ist aus der Erkenntnistheorie bekannt. In der Erforschung menschlichen Erkennens unterscheidet man die Analyse als Tätigkeit des Verstandes, die allen Menschen zukommt, von der Synthese als vernunftgestützte Tätigkeit, für die man sich bemühen muss. Die Analyse ist dem Intellekt gegeben, für die Synthese als höhere Denkfunktion ist zusätzliche Anstrengung nötig^{64,73}.

Die anderen erhobenen Variablen standen weder mit dem vollständigen Modell noch mit der richtigen Lösung im Zusammenhang. Man könnte annehmen, dass diejenigen Probanden einen effizienten Problemlöseprozess aufweisen und zur richtigen Lösung gelangen, die über das entsprechende Vorwissen verfügen und intelligent sind. Wenn man die Komponenten fachspezifisches Vorwissen, allgemein-medizinisches Vorwissen und Intelligenz betrachtet, so ist das fachspezifische Vorwissen in der Studie kontrolliert. Und wenn Intelligenz oder Vorwissen aus anderen Fachbereichen eine

entscheidende Rolle spielen würden, wären vollständiges Modell und die richtige Lösung personenabhängig. Und beide sind, wie gezeigt wurde, nicht personenabhängig. Das Physikum wurde als Maß für die Intelligenz verwendet. Das Physikum wurde in Noten und in Prozent korreliert, damit nicht ein Effekt übersehen würde. Auch die Intelligenz korreliert nicht mit dem vollständigen Modell.

Das fachspezifische Vorwissen wurde durch die Lernphase kontrolliert und standardisiert. Dennoch könnte man annehmen, dass die Studierenden, die diese Lernphase erfolgreicher als andere absolviert haben, auch eher zur richtigen Lösung gelangen, und das vollständige Modell häufiger aufweisen. Darum folgte ein Assessment auf die Lernphase, um auch diesen Einfluss kontrollieren zu können. Die Annahme konnte nicht bestätigt werden, Lösung und vollständiges Modell hängen nicht mit den Studierenden mit besseren Noten im Assessment zusammen. Auch konnte das vollständige Modell nicht einfach den fortgeschritteneren Studierenden zugeordnet werden. Es war gleichmäßig über die Studierenden des 6., 8. und 10. Semesters verteilt. Diese Ergebnisse zeigen nochmals, dass das vollständige Modell personenunabhängig war, es kam nicht nur bei „besseren Problemlösern“ vor. Es ist eine Stärke der vorliegenden Studie, dass ein starker Rahmen geschaffen wurde, um möglichst kontrollierte Bedingungen aufzuweisen. Möglichst viele Störvariablen wurden erfasst, damit die Aussage, in diesem Fall die Korrelationen mit Richtigkeit und Vorwissen, korrekt getroffen werden konnte.

Zusammenfassend kann gesagt werden: Die Hauptleistungen der vorliegenden Studie bestehen darin, dass erstmals ein Modell exklusiv für das Problemlösen Medizinstudierender bei der Fallbearbeitung aufgestellt wurde; erstmals ein Modell für medizinisches Problemlösen aufgestellt wurde, das explizit auf der Handlungstheorie basiert; und erstmals kognitive Tätigkeiten, wie sie in der Handlungstheorie beschrieben sind, empirisch an Medizinstudierenden untersucht wurden. Damit bedient diese Studie den am Ende der Einleitung genannten Forschungsbedarf.

Es lassen sich gegen Methodik und Ergebnisse dieser Studie verschiedene Einwände erheben. Einige mögliche Einwände werden im Folgenden angeführt.

Ein erster Einwand betrifft die Methodik der Modellerstellung. Es wurden sowohl qualitative als auch quantitative Methoden verwendet, als auch Vorarbeiten aus der Literatur. Das Modell wurde mit Hilfe qualitativer Methoden erstellt, aber nicht in der Ausführlichkeit einer rein qualitativen Studie. Das Modell von Schoenfeld und die Merkmale komplexen Problemlösens stammen aus der Literatur. In der Durchführung der Testphase der Studie wurde das Modell an den Fallbearbeitungen einer größeren Gruppe Studierender angewandt, die Transkripte wurden qualitativ kodiert, und quantitativ ausgewertet. Diese Arbeit stellt somit eine Kombination der Methoden dar. Natürlich wäre es wünschenswert gewesen, eine rein qualitative Modellfindung oder aber eine reine Validierung eines Modells aus der Literatur vorzunehmen. Weil es noch kein entsprechendes Modell in der Literatur gab, konnte keine reine Validierung vorgenommen werden. Darum musste ein Modell gefunden

werden. Da es aber explizites Ziel der Studie war, Medizinstudierende zu untersuchen, wurde auf eine ausführliche rein qualitative Kategorienbildung verzichtet, und versucht, das am besten passendste Modell zu adaptieren. Das Vorgehen, Transkripte zu kodieren und dann einer quantitativen Analyse zuzuführen, ist ein als „Frequenzanalyse“ bekanntes Vorgehen⁶⁷. Es wurde auch in der medizinisch-pädagogischen Forschung öfters angewandt, beispielsweise von Visschers-Pleijers et al, um die Art der Redebeiträge bei einer POL-Sitzung zu untersuchen⁶⁹. In ihrer Studie werden ebenfalls VerlaufsDarstellungen erstellt, wie sie in der vorliegende Studie von der Protocol Analysis Schoenfeld's übernommen wurde. Die qualitative Methodik wurde angewandt, da sie die geeignete Methode ist, um kognitive Prozesse empirisch zu untersuchen. Die Pilotphase entsprach der Forderung, dass man in der Erforschung klinischen Denkens immer wieder erst die Phänomene unbefangen untersuchen sollte, und erst dann aus der bisherigen Forschung die Sprache, das Vokabular für die Phänomene nehmen sollte³⁷.

Außerdem gibt es in der Medizindidaktik (Medical Education) im Bereich der Erforschung des klinischen Denkens öfters Studien, die sich qualitativer Elemente bedienen, aber keine rein qualitativen Studien sind. Hierbei wird auch meist die qualitative Forschung nicht explizit als Methodenquelle genannt, auch wenn definitiv qualitative Methoden wie Interviews, Kodierungen von Transkripten oder Textanalyse verwendet werden^{3,8,33,34,69,74}. Das liegt bei den älteren Studien auch daran, dass die qualitative Sozialforschung bzw. die qualitative Textanalyse erst seit ca. 30 Jahren eine etablierte Methode darstellt, und erst nach und nach auch innerhalb der Medizin Verwendung findet. Auf der Suche nach qualitativen Methoden entwickelten Patel und Groen bereits 1986 eine Methodik für die Medizin (Patel 1986), die verschieden diskutiert wurde³³ und als ausführlicher Leitfaden zur Verfügung steht⁷⁰. Die Methodik wurde „Propositional Analysis Method“ oder „Propositional Semantic Network Analysis“ genannt, und viele Studien arbeiteten mit ihr^{20,30,75}. In dieser Methode wird das Transkript in Sinneinheiten (Konzepte) und ihre Verbindungen eingeteilt und graphisch als Netzwerk dargestellt. Beispielsweise wären die Konzepte „Alkoholabusus“ und „Leberzirrhose“ durch eine Linie verbunden, die mit „kausal“ markiert ist.

Es ist ein Merkmal der vorliegenden Studie, Methoden der modernen qualitativen Forschung anzuwenden, explizit zu benennen, an welcher Stelle sie angewendet wurden, und Erstellung und Anwendung des Modells in den Kodierungen als induktiven und deduktiven Prozess detailliert und offen zu beschreiben. Da qualitative Forschung in der Erforschung klinischen Denkens noch „jung“ und wenig vertreten ist, wurde mit der Textanalyse nach Mayring die am häufigsten verwendete und pragmatischste Form der modernen qualitativen Forschung ausgewählt, die leichter verständlich und anwendbar ist als beispielsweise der Ansatz der „Grounded Theory“^{58,67}.

Ein weiterer Einwand betrifft das Hinzuziehen der Handlungstheorie für die Modellerstellung. Man könnte annehmen, dass es bei der Fülle an Modellen, die das klinische Denken beschreiben, nicht

notwendig ist, ein Modell oder eine Disziplin außerhalb der Medizin zu bemühen. Es spricht aber nichts dagegen, interdisziplinär zu denken. In der Vergangenheit wurden bereits andere Disziplinen für Modellerstellungen in der Medizin hinzugezogen⁷⁰, und das Einbeziehen der kognitiven Psychologie wurde empfohlen^{10,36,71}. In der Einleitung wurde dargestellt, dass innerhalb der Medizin kein Modell für Problemlösen existiert, das rein aus der Beobachtung von Studierenden gewonnen wurde. Man könnte nun einfach Medizinstudierende beobachten und auf diese Weise empirisch ein Modell entwickeln. Es ist aber sinnvoller, Modelle mit einzubeziehen, die das Problemlösen beschreiben, das der Studierende bereits bei Studienbeginn mitbringt. Daher ist die Handlungstheorie für die Untersuchung Studierender von Vorteil, denn sie beschreibt ein Problemlösen, das auch schon Schüler beherrschen. Auf diese Weise ist sie in der Lage, alles zu beschreiben, was ein Studierender an kognitiven Tätigkeiten aufweist. Wenn man dagegen ein Modell verwendet, das aus der Beobachtung von Experten gewonnen ist, kann es sein, dass man beim Studierenden lediglich sagen kann, dass er das Modell nicht vollständig erfüllt. Das Modell ist nicht in der Lage, auch die kognitiven Prozesse zu beschreiben, in denen der Studierende nicht „so gut“ ist wie der Experte. Dies war der Fall bei der mehrfach zitierten Studie von Gräsel und Mandl in der sich mit den Expertenstrategien der vorwärts- und rückwärtsgerichteten Strategie nur acht von 14 Studierenden beschreiben ließen⁸. Daher musste die neue Gruppe der „Datensammler“ definiert werden. Geholfen wurde dieser Gruppe in einer weiteren Studie mit Lernen am Modell. Das Modell, ein Experte, zeigte bei einer Fallbearbeitung die rückwärtsgerichtete Strategie, damit die Studierenden sie ebenfalls verwenden würden⁸. Mit dem Modell dieser Arbeit hingegen lässt sich jeder Studierende beschreiben. Auch die Fallbearbeitungen des unvollständigen Modells lassen sich beschreiben. Auf diese Weise kann dem Studierenden individueller geholfen werden. Man geht ressourcenorientiert von seinem kognitiven Prozess aus, anstatt ihm einen neuen Prozess beizubringen.

Trotzdem könnte man anführen, dass in dem *Modell für komplexes Problemlösen, adaptiert nach Schoenfeld* das hypothetisch-deduktive Modell erkennbar ist. Dass das neue Modell in Wirklichkeit nichts Neues enthält, sondern nur das hypothetisch-deduktive Modell variiert, und man genauso gut dieses Modell hätte verwenden können. Wenn man dem hypothetisch-deduktiven Modell das Problemlösemodell gegenüberstellt und ersteres mit letzterem beschreibt, werden Gemeinsamkeiten und Unterschiede sichtbar (Tabelle 7).

Es ist erkennbar, dass man mit dem *Modell für komplexes Problemlösen* das hypothetisch-deduktive Modell beschreiben kann, wenn auch die Abfolge der genannten kognitiven Tätigkeiten nicht exakt übereinstimmt. Dies ist nachvollziehbar, wenn man bedenkt, dass das *Modell für komplexes Problemlösen* auf Grundlage der Handlungstheorie erstellt wurde. Und diese beschreibt nur allgemein, was das hypothetisch-deduktive Modell genauer für die Medizin beschreibt: kognitive Tätigkeiten des

Tabelle 7: Das hypothetisch-deduktive Modell und das Modell für komplexes Problemlösen, adaptiert nach Schoenfeld

Hypothetisch-deduktive Methode (Darstellung nach Gräsel ²⁶⁾)	Modell für komplexes Problemlösen, adaptiert nach Schoenfeld
Erster Eindruck und Hauptbeschwerden des Patienten	<i>Benennung</i> : Aufnahme der Informationen
Initial Bilden früher Hypothesen Bilden von Hypothesen	<i>Analyse und Exploration</i> : Verarbeiten und Verstehen der Informationen
Anfordern von Anamnese, körperlicher Untersuchung und weitere diagnostische Schritte	<i>Planung und Implementierung</i> : das Anfordern neuer Informationen wie Anamnese, körperliche Untersuchung und technische Untersuchungen
Gezielte Selektion von Befunden, Befundorganisation und Interpretation	<i>Planung und Implementierung</i> : das Anfordern neuer Informationen <i>Analyse und Exploration</i> : Verarbeiten und Verstehen der Informationen
Verändern bzw. Bestätigen der Verdachtsdiagnosen	<i>Evaluation</i> : Bestätigen und Verwerfen von Annahmen
Der Hypothesenraum	<i>Repräsentation</i> : Zusammenfassungen, die innere Problemrepräsentation
Abschluß der Fallbearbeitung mit Diagnose und Therapie	<i>Integration</i> : Abschließen, Festlegen. Diagnose, Therapie, Procedere werden genannt

Problemlösens. Man kann die Handlungstheorie in dem zentralen Problemlösemodell der Medizin, dem hypothetisch-deduktiven Modell, wiedererkennen. Jedes Mal geht es um Aufstellen von Hypothesen, Pläne zum Testen der Hypothesen, Ausführen der Pläne und deren Evaluation, wie schon von Polya formuliert³⁹. Allerdings ist das hypothetisch-deduktive Modell ein reduktionistisches Modell, das den komplexen und dynamischen Problemlöseablauf in der Medizin auf das Hypothesentesten reduziert, da dies der wesentliche Prozess ist, der für die Diagnose von Bedeutung ist. Dies war zu Anfang der Erforschung des klinischen Denkens notwendig. Schon in den 80er Jahren verließ man diesen Ansatz und versuchte den Prozess klinischen Denkens genauer, „mikroskopischer“ zu erfassen³³. Heute mehren sich die Stimmen, die fordern, dass das klinische Denken auch in seiner ganzen Komplexität erfasst werden sollte². Das *Modell für komplexes Problemlösen* konzentriert sich weniger auf die Hypothesen als vielmehr auf die verschiedenen kognitiven Prozesse in ihrem eigenen Charakter. Wenn man beispielsweise die kognitive Tätigkeit „Bilden von Hypothesen“ den Tätigkeiten „*Analyse/Exploration*“ aus der obigen Tabelle gegenüberstellt, so umfassen die Tätigkeiten der *Analyse* und der *Exploration* wesentlich mehr kognitive Vorgänge als das Hypothesenbilden, wie die Wiedergabe in eigenen Worten, pathophysiologische Erklärungen, Assoziationen oder Vergleiche.

Was durch die vorliegende Arbeit außerdem geleistet wird, ist, dass diese Verbindung explizit untersucht wird. Dass untersucht wird, ob man mit der Handlungstheorie medizinisches Problemlösen beschreiben kann. Hardin führt aus, dass Barrows schon 1980 das handlungstheoretische Modell nach Polya für die Medizin adaptiert habe¹⁰. Barrows selber führt seine Erkenntnisse allerdings allein auf die empirischen Studien zurück, die er mit seinem Team durchführte. Allerdings ist Hardin die einzige Autorin, die diese Verbindung zieht, und ihr Impuls ist seit 2003 nicht aufgegriffen worden.

Man könnte einen weiteren Mangel der Arbeit darin sehen, dass die acht kognitiven Tätigkeiten des *Modell für komplexes Problemlösen* zu detailliert und unhandlich für die pädagogische Anwendung in Lehren, Lernen und Prüfen seien. Es sei zu komplex, um das Problemlösen Medizinstudierender für den alltäglichen Gebrauch zu beschreiben. Die kognitiven Tätigkeiten wurden so detailliert ausgewählt und aufgestellt, damit man keine relevante Tätigkeit übersehen würde. In der Vergangenheit wurde allerdings in der Medizin auch mit wesentlich detaillierteren Aufschlüsselungen der Fallbearbeitung geforscht, die eine so aufwendige Analyse erforderten, dass auch Studien mit nur vier oder sechs Teilnehmern durchgeführt wurden z.B. von Boshuizen⁷⁶. Diese Modelle wurden mithilfe von „Semantic Networks“ erstellt, die Methode „Propositional Semantic Network Analysis“ wurde bereits erwähnt. Den Detaillierungsgrad des Modells betreffend, ist mit dem vorliegenden Problemlösemodell ein guter Mittelweg zwischen Pragmatismus und Akribie gegangen worden.

Mit den vorliegenden Ergebnissen kann man ein vereinfachtes Modell formulieren. Die Grundlagenforschung muss zunächst die Komplexität des Untersuchungsgegenstands erfassen. Ist sie einmal erfasst, kann man eine Vereinfachung formulieren, die für Lehren, Lernen und Prüfen praktikabel ist. Ein vereinfachtes Modell könnte darin bestehen, dass die kognitiven Tätigkeiten *Analyse* und *Exploration* sowie *Planung* und *Implementierung* zusammengefasst werden. Dies ist berechtigt aufgrund der Ergebnisse, die für diese Tätigkeiten bereits ausgeführt wurden. Man kann die Tätigkeiten in den Schleifen auch als Rezeption von Informationen (*Benennung*), Verarbeitung von Informationen (*Analyse, Exploration*) und Aktionen zum Erlangen weiterer Informationen (*Planung, Implementierung*) beschreiben. Wahrnehmung, Urteil und Aktion sind grundlegende Interaktionen zwischen Subjekt und Umwelt^{43,64}.

Somit ergibt sich ein vereinfachtes *Modell für komplexes Problemlösen, adaptiert nach Schoenfeld* mit sechs kognitiven Tätigkeiten¹:

¹ Diese Tätigkeiten entsprechen auch den Tätigkeiten, die anhand des medizinischen Beispiels in der Einleitung herausgearbeitet wurden.

- Benennung
- Analyse
- Implementierung
- Evaluation
- Repräsentation
- Integration

Ein schwerwiegender Einwand gegen die Anwendung dieser Studie für die medizinische Ausbildung ist der Zweifel, ob Problemlösen überhaupt allgemein lehr- und lernbar ist. Vom Standpunkt der Handlungstheorie kann man sagen, dass es lehr- und lernbar ist. Vom Standpunkt der Forschung in klinischem Denken muss man dies zunächst verneinen. In der Handlungstheorie existiert eine Fülle von Problemlösemodellen, die helfen, Probleme zu lösen. Insofern wird Problemlösen und Unterrichten von Problemlösen mittels eines allgemeinen Problemlösemodells als möglich angesehen und praktiziert. Ein bekanntes Beispiel ist der Kern-Zyklus für die medizinische Curriculumsentwicklung⁵⁹. Auch Schoenfeld verwendet sein Modell erfolgreich für die Lehre. In der Erforschung des klinischen Denkens dagegen gilt, dass das Problemlösen nicht allgemein lernbar ist, sondern sich nur zeigen kann, wenn Wissen eines bestimmten Fachbereichs vorhanden ist²⁵. Diese sogenannte Inhaltsspezifität, im Weiteren Content Specificity genannt, wurde in verschiedenen Studien untersucht^{13,77}. Es zeigte sich, dass gutes Problemlösen in dem einen Fall kein Prädiktor für erfolgreiches Problemlösen in einem weiteren Fall war. Dies wurde auf das zugrunde liegende Wissen zurückgeführt. Demzufolge wurden generelle Problemlösestrategien lange negiert. Andere Studien relativieren diesen radikalen Standpunkt^{78,79}. Aktuell gilt Wissen als ein wichtiger Faktor für Problemlösen in der Medizin, aber nicht als Wichtigster.

Ungeachtet der Literaturlage, dass es für die Medizin keine solide theoretische Grundlage vorhanden ist, ob ein Problemlöseunterricht möglich ist, wird ein solcher Unterricht immer wieder empfohlen¹ und durchgeführt. Beispielsweise ein „Clinical Problem Solving Course“ in San Francisco (<https://www.coursera.org/course/clinprobsolv>), Van Gessel et al untersuchten in einer longitudinalen Studie den Effekt eines 12-wöchigen Kurses³⁸, oder in Deutschland der Kurs „Clinical Reasoning im PJ“ des Universitätsklinikums Hamburg-Eppendorf (http://www.uke.de/kliniken/medizinische-klinik-3/index_67809.php).

Das *Modell für komplexes Problemlösen, adaptiert nach Schoenfeld* wurde auf Grundlage der Handlungstheorie entwickelt. Die Content Specificity als ein Faktor, der für Problemlösen erforderlich ist, wurde durch die Lernphase und das Assessment in dieser Studie weitgehend kontrolliert. Es zeigte sich das Muster des vollständigen Modells als ein weiterer Faktor, der für erfolgreiches Problemlösen von Bedeutung ist. Folglich kann man davon ausgehen, das Problemlösen anhand dieses Modells lehr- und lernbar ist. Weitere Studien sind erforderlich, um diese Annahme empirisch zu prüfen.

4.2 Limitationen der Modellerstellung und des Experimentes

Die Modellerstellung und das anschließende Experiment weisen verschiedene Limitationen auf, die das Design und die Durchführung betreffen. Im Folgenden werden zuerst statistische Limitationen besprochen, und anschließend Limitationen der qualitativen Methodik.

Eine Limitation kann man in der begrenzten Teilnehmerzahl von 23 Studienteilnehmern sehen. Diese Anzahl ist für eine qualitative Studie im normalen Rahmen, viele qualitative Studien kommen mit wesentlich weniger Probanden aus. Die sorgfältige Analyse, die durch die kleinere Anzahl an Probanden möglich ist, ergibt eine validere Analyse. D.h. es wird dasjenige auch wirklich erfasst, was in der Untersuchung verlangt wird. Allerdings wird die Reliabilität, d.h. die Messgenauigkeit der Methode, die durch eine höhere Anzahl an Probanden erhöht würde, dadurch weniger berücksichtigt. Daraus folgt, dass die Reliabilität durch andere Mittel als durch die Größe der Stichprobe gewährleistet werden muss. In der qualitativen Forschung dient hierzu die Interkoderreliabilität (Triangulationsverfahren). Dafür werden Zweitkodierer in das Projekt eingearbeitet. Die Ansprüche an die Übereinstimmung werden auf ein realistisches Level gesetzt (Cohens Kappa über $\kappa = 0.7$), die abweichenden Kodierurteile werden diskutiert⁶⁷. In der vorliegenden Studie wurden über dreizehn Stunden Material transkribiert, kodiert und sorgfältig analysiert. Die Interkoderreliabilität war mit einem Cohens Kappa von $\kappa = 0.88$ bis 0.94 gegeben. Dies spricht für gut abgrenzbare Kategorien des *Modells für komplexes Problemlösen* und eine gute Einarbeitung des Zweitkodierers. Damit ist es für Replikationsstudien geeignet. Da die Abgrenzbarkeit zwischen den Kategorien *Analyse* und *Exploration* sowie *Planung* und *Implementierung* oft nicht so einfach war wie zwischen den anderen Kategorien, wird empfohlen mit dem vereinfachten *Modell für komplexes Problemlösen* zu arbeiten, dass diese Kategorien zusammenfasst.

Die Stichprobe bestand aus Studierenden, die sich freiwillig gemeldet hatten, dadurch ist die Grundgesamtheit nicht so zufällig, als wenn z.B. alle Studierende eines Jahrgangs in einer Pflichtveranstaltung eingeschlossen worden wären. Die Studienankündigung ging an alle Studierende der LMU München im klinischen Abschnitt, und die Aufwandsentschädigung war so hoch bemessen, dass nicht nur engagierte und interessierte Studierende sich anmelden würden. Man kann also von einer zufälligen Grundgesamtheit ausgehen. Um in der Stichprobe eine möglichst gleichmäßige Verteilung von Alter, Geschlecht und Semester zu erreichen wurden durch Stratifikation aus 80 möglichen Probanden 27 ausgewählt, von denen letztendlich 23 in die Studie eingeschlossen wurden. Stratifikation bedeutet, dass die 80 Probanden in Untergruppen unterteilt wurden (nach Alter, Geschlecht und Semester) und aus diesen eine zuvor definierte Anzahl zufällig per Los ausgewählt wird. Auf diese Weise erreicht man eine bessere Verteilung und Bildung von Untergruppen, verschlechtert aber wieder die Zufälligkeit. Die Anzahl der Teilnehmer erlaubt keine reliable Analyse der Untergruppen. Aber die Ergebnisse unterstützen die Annahme, dass das vollständige Modell und

die Lösung der Fälle unabhängig von den Untergruppen waren, es fanden sich keine relevanten Unterschiede in Alter, Geschlecht und Semester. Diese Aussage kann aber nur für diese Stichprobe an klinischen Studierenden der LMU getroffen werden.

Eine weitere Limitation ist, dass fachspezifisch Nephrologie in Lernphase und Fallbearbeitung angewandt wurde. Auch wenn man annehmen kann, dass das vollständige Modell auch in anderen Fachbereichen und bei anderen Stichproben gültig ist, so sind hier Replikationsstudien erforderlich. Die Materialien zur Fallbearbeitung waren papierbasiert, und mit mehreren Blättern je Fall ausführlich präsentiert. Viele fallorientierte Unterrichte nutzen Fallvignetten, die sämtliche Informationen auf nur einer Seite zusammenfassen. Dass in dieser Studie die Informationen nach und nach gegeben wurden, diente dem Ziel ein möglichst realistisches Setting zu schaffen. Dies ist eine Methode, um Anzahl und Abfolge der ausgewählten Daten nachvollziehen zu können, und den Probanden möglichst wenig zu beeinflussen. Dadurch ist es aber schwieriger, Dateninterpretation und Problemformulation nachvollziehen zu können, als wenn auf einem Blatt alle Informationen gegeben sind und man gezielter Fragen dazu stellen kann²⁷. Die Laut-Denk Methode ist eine übliche Art, das medizinische Problemlösen zu erfassen¹⁰. Eine natürliche Limitation, die durch die Laut-Denk Methode verursacht ist, ist, dass nur das kodiert, analysiert und interpretiert werden kann, was auch ausgesprochen wird. Dies ist die Limitation, die alle verbalen Daten wie Interviewdaten besitzen. Die Laut-Denk Methode ist dabei am Meisten in der Nähe des tatsächlichen kognitiven Prozesses. Der Gedankenfluss wird verlangsamt, aber nicht gestört^{18,63}. Die Verbalisierung ist keine introspektive Analyse, sondern es wird lediglich ausgesprochen, welche Gedanken ablaufen. Aus diesem Grunde liegen die Transkripte nicht in ganzen Sätzen vor, sondern enthalten viele Spontanäußerungen und Satzfragmente, wie in den Beispieltranskripten im Anhang ersichtlich ist. Diese Fragmente sind wiederum anfälliger für Interpretation von Seiten des Transkribierenden und des Kodierers, als ganze, ausformulierte Sätze. Darum wurde für die Transkription ein ausführlicher Transkriptionsleitfaden erstellt und eine Schulung vorgenommen. Die Transkription, die Kodierungen und die Bestimmung der richtigen Lösung wurden jeweils von zwei Personen vorgenommen. Bei einer höheren Anzahl von Bearbeitern würde die Reliabilität erhöht, aber es ist in der qualitativen Forschung durchaus üblich, dass ein Zweitkodierer ausreicht. Eine weitere Limitation ist, dass die Inhalte der einzelnen Kategorien zwar untersucht und beschrieben wurden, aber nicht nochmals mit Subkategorien qualitativ detailliert beschrieben und quantitativ bestimmt wurden. So konnte beispielsweise bei der Kategorie *Planung* der Unterschied zwischen Suchfragen (Scan) und gezielten Fragen (Search) beschrieben und mit Beispielen illustriert werden, aber es wurde nicht beschrieben was die genaueren Inhalte der Fragen waren und ggf. wieviel Prozent der Fallbearbeitungen welche Frageform beinhalten. Dies wäre in einer rein qualitativen Studie gegeben. Daher ist es, wenn man beispielsweise in einer Verlaufsdarstellung eine Episode *Evaluation* sieht, nicht ersichtlich, ob der Studierende eine gute oder schlechte Evaluation gemacht hat, und was der Inhalt der *Evaluation* war. Dadurch entgeht Vieles,

was die Fallbearbeitungen enthalten. Aber dieses Vorgehen, die Kodierungen quantitativ auszuwerten, ist eine gängige Methode, in der qualitativen Forschung Frequenzanalyse genannt.

Weitere Limitationen ergeben sich aus den allgemeinen Eigenschaften der qualitativen Forschung⁸⁰. Sie erlaubt das flexible und deskriptive Erforschen des Subjekts, ohne Reduktion seiner Komplexität, da man nicht zwingend zählen und reduzieren muss. So wird der ursprüngliche Charakter der Daten erhalten. In der Forschung ist durch das „Open Coding“ Vorurteilslosigkeit möglich. Man kodiert, was man in den Transkripten vorfindet. Dies kann den Vorannahmen widersprechen, man lässt sich auf das ein, was man vorfindet (induktives Vorgehen). Der Analyseprozess kann flexibel den gefundenen Forschungsergebnissen angepasst werden, solange die „Regelgeleitetheit“ eingehalten wird: Die Abfolge der Analyseschritte wird zu Beginn der Analyse festgelegt, und es wird immer dokumentiert, wie man vorgegangen ist und wo Änderungen vorgenommen werden, so dass der Prozess nachvollziehbar bleibt. In diesen Vorteilen sind die Limitationen bereits erkennbar. Es ist durch den Kodierenden möglich, dass Vorerfahrungen und Meinungen eingebracht werden (Bias). Zwei verschiedene Kodierer werden in einem Open-Coding Prozess höchstwahrscheinlich jeweils etwas andere Kategorien finden. Außerdem ist durch die ausführliche Untersuchung des einzelnen Subjektes die Generalisierung schlechter möglich. Aber es ist auch nicht Ziel der qualitativen Methodik, allgemeine Wahrheiten zu finden, sondern die einzelnen Subjekte besser zu verstehen. Dies ist eine extreme Position, die besonders für Interviewforschung gilt. In der vorliegenden Studie wurden die qualitativen Daten daher in eine quantitative Analyse überführt. Mit dem vollständigen Modell konnte eine generalisierbare Aussage getroffen werden.

4.3 Weiterer Forschungsbedarf und Anwendungsmöglichkeiten für die medizinische Ausbildung

Von der vorliegenden Arbeit lässt sich ein Bedarf an weiterer Forschung formulieren, insbesondere an Replikationsstudien zur weiteren Bestätigung des *Modells für komplexes Problemlösen, adaptiert nach Schoenfeld* und der weiteren Erforschung des klinischen Denkens, sowie an Interventionsstudien, um zu prüfen, ob das *Modell für komplexes Problemlösen* die Performance von Studierenden bei der Fallbearbeitung verbessert. In der Einleitung wurden die gängigen Methoden zur Erfassung und zum Lehren von Problemlösen in der Medizin beschrieben. Harden gibt einen Überblick über die Methoden, um das Problemlösen in der Medizin zu erfassen, Bowen gibt einen Überblick über die Lehrmethoden^{1,10}. Problemlösen wird anhand von Fallbearbeitungen (Case-based learning) erfasst, gelernt und gelehrt. Methoden wie „POPS“ wurden entwickelt, um in Kleingruppen das Problemlösen an Patientenfällen zu üben^{81,82}. Es wird empfohlen, mit einem Coach zu arbeiten, ein Dozent, der individuelles Lernen und Feedback ermöglicht. Fehler können so sofort aufgezeigt und besprochen werden³⁷.

Zur weiteren Erforschung des Problemlösens in der Medizin und speziell bei Medizinstudenten anhand des *Modells für komplexes Problemlösen* wären folgende Replikationsstudien notwendig:

a) Replikationsstudien an Stichproben Studierender anderer Universitäten, Länder und Bildungssysteme, um zu prüfen ob sich das *Modell für komplexes Problemlösen* und das Muster des vollständigen Modells wiederfinden lassen.

b) Replikationsstudien mit Fällen anderer Fachbereiche der Inneren Medizin wie Kardiologie und Gastroenterologie, und mit Fällen anderer medizinischer Disziplinen wie Chirurgie oder Dermatologie. Zunächst ist es zu empfehlen, nur Medizinstudierende und Ärzte zu untersuchen, und nicht andere Gesundheitsberufe einzuschließen, da das klinische Denken von beispielsweise Krankenpflegern oder Physiotherapeuten sich durch die mehr praktisch ausgerichtete Ausbildung wesentlich unterscheidet²⁷.

c) Replikationsstudien mit anderen Fallformaten, d.h. mit kürzeren Fällen, oder längeren Fallbearbeitungszeiten, da die ausführlichen Falltexte in Kombination mit der auf nur zehn Minuten beschränkten Zeit vielleicht manche Effekte der Beobachtung entzogen haben könnten. Das alltägliche Fallformat des Studierenden ist neben dem papierbasierten Fall auch der computerbasierte Fall, der standardisierte Patient sowie der reale Patient. Da derzeit in der medizinischen Ausbildung der papierbasierte Fall den Standard darstellt, wurde für die vorliegende Studie ein Papierfall gewählt. Auch können manche Studierende besser und andere schlechter mit dem Computer umgehen, was in der kurzen Fallbearbeitungszeit einen Einflussfaktor dargestellt hätte. Nichtsdestotrotz wären Replikationsstudien mit computerbasierten Fällen zu empfehlen, da E-Learning zunehmend Standard medizinischer Ausbildung wird, und computerbasierte Daten objektiver auswertbar sind⁸³. Replikationsstudien mit Patienten, sowohl mit standardisierten als auch mit realen Patienten, wären ebenfalls zu empfehlen⁸⁴. Um das *Modell für komplexes Problemlösen* zu erstellen, wurden möglichst kontrollierte Laborbedingungen benötigt. Da es nun aber erstellt ist, ist es möglich es auch in einer komplexeren Umgebung, wie es die Begegnung mit realen Patienten darstellt, anzuwenden.

d) Im Rahmen der Expertiseforschung wären Replikationsstudien mit Experten (erfahrene Assistenzärzte, Fachärzte) und Subexperten (Assistenzärzte, Fachärzte anderer Disziplinen) notwendig. Da bekannt ist, dass Experten „Shortcuts“ benutzen, Abkürzungen des ausführlichen klinischen Denkens^{3,61}, wäre die Frage wie die kognitiven Tätigkeiten des *Modell für komplexes Problemlösen* bei Experten verteilt sind, und wie sie sich dahin entwickeln. In der Analyse des Experteninterviews, das für die Modelllösung dieser Studie durchgeführt wurde, zeigte sich, dass die *Evaluation* nicht vorhanden war, und die *Implementation* bereits früh sämtliche Anforderungen enthielt, die notwendig waren, um die frühen Hypothesen zu verifizieren. Dieses Fehlen der *Evaluation* könnte erklären, warum das Problemlösemodell von Barrows und Tamblyn keine *Evaluation* aufweist: die Stichprobe der Studie schloss nur Experten ein. Wenn in einer weiteren

Studie dieses Ergebnis wiederzufinden wäre, wäre durch qualitative Analyse weiter zu klären, warum gerade diese Tätigkeit fehlt bzw. nicht explizit ausgesprochen wird.

Über Replikationsstudien hinaus wäre das klinische Denken im Team (Collaborative Clinical Reasoning CCR) als ein weiteres Forschungsgebiet zu nennen, denn in der Realität ist das klinische Denken meist im Team und interdisziplinär⁸⁵. Auch Schoenfeld führte Forschung an zwei zusammenarbeitenden Studierenden durch, es ist also anzunehmen, dass das *Modell für komplexes Problemlösen* auch für die Erforschung kollaborativen klinischen Denkens geeignet ist. Es wird auch empfohlen, bereits im Team zu lernen (Team-based learning TBL)⁸⁶.

Des Weiteren kann das *Modell für komplexes Problemlösen* dazu dienen, andere Modelle klinischen Denkens zu evaluieren, oder sie zu ergänzen. So könnte es helfen, das von Charlin aufgestellte, komplexe Modell in übersichtlichere, besser handhabbare kognitive Tätigkeiten zusammenzufassen², oder den Schritten des problemorientierten Lernens (POL) eine weitere empirische Grundlage zu geben und sie mit der Handlungstheorie zu verbinden. Obwohl die Schritte des POL eine offensichtliche Ähnlichkeit zu handlungstheoretischen Modellen aufweisen, ist dieser Zusammenhang nicht beschrieben^{79,87-89}. Sie werden auf die Arbeit von Barrows zurückgeführt, der diesen Zusammenhang ebenfalls nicht beschreibt³. Auch ist POL in erster Linie eine Unterrichtsmethode, und kein Modell zum Problemlösen. Allerdings zählt es die Entwicklung von Problemlösefähigkeiten zu einem seiner Ziele und fördert die Entwicklung klinischen Denkens^{11,55,56,90}. Wenn man beispielsweise die Einteilung des POL der Universität Witten-Herdecke in acht Schritte betrachtet (www.uni-wh.de), so entspricht der erste Schritt „Lesen und Begriffsklärung“ der *Benennung*, der zweite Schritt „Informationssammlung und Problemdefinition“ der *Analyse*. Der dritte Schritt „Hypothesensammlung“ der *Exploration*, Schritt vier „Hypothesenprüfung“ der *Planung*. Da es sich um eine Lehrmethode handelt, folgt nun die „Formulierung der Lernziele“ und zuhause die „Erarbeitung der Lernziele“ als weitere Schritte. Da es sich um das Nennen eines Planes und um seine Ausführung handelt, entspricht dies der *Implementierung*. In der nächsten Tutoriumssitzung erfolgt die „Nachbesprechung“, die der *Evaluation* und der *Repräsentation* entspricht. Beurteilung und Abschluss als *Integration* könnte man im abschließenden „Feedback“ sehen.

Als Anwendungsmöglichkeiten des *Modells für komplexes Problemlösen* für die medizinische Ausbildung bieten sich alle Unterrichte an, die mit fallbasiertem Lernen arbeiten: Lernfälle, Seminar, Bedside-Teaching und klinische Praktika. Der Effekt wäre durch Interventionstudien zu prüfen. Schoenfeld entwickelte „Problem Solving Courses“, mit Prä- und Posttest, und zeigte, dass sich die Performance der Studierenden durch diese Intervention steigerte^{48,50}. Man könnte beispielsweise Studierende vor und nach einem mehrteiligen Seminar laut denkend Fälle bearbeiten lassen, und nach dem Vorkommen der höheren kognitiven Tätigkeiten auswerten. Das Seminar selber könnte sowohl Lernen am Modell als auch selbstständiges Bearbeiten von Fällen beinhalten. Wenn eine

Verbesserung der Performance erreicht würde, würde sich die Frage stellen, ob die Verbesserung bei allen Fällen eines Studierenden eintritt, d.h. ob sie personenabhängig ist. Das vollständige Modell ist in der vorliegenden Studie ohne Intervention personenunabhängig. Wenn es durch eine Intervention personenabhängig würde, würde das bedeuten, Problemlösen ist lehr- und lernbar, Studierende können zu besseren Problemlösern werden.

In Hinblick auf Lehren, Lernen und Prüfen scheint das *Modells für komplexes Problemlösen* am wenigsten für Prüfungen geeignet zu sein. Hierfür sind unter Umständen andere Prüfungsformate geeigneter. Jacobson verwendet für Prä- und Posttest den Script-Concordance Test, Humbert beschreibt ihn als Test für Problemlöseperformance^{23,91}. Ein weiterer Test ist der Problem-Solving Ability Test (P-SAT)⁸⁶, oder das Format der Clinical Reasoning Problems (CRP)⁹⁰. Andererseits kann man durch das *Modell für komplexes Problemlösen* objektiver das klinische Denken erfassen, als es durch die Selbstauskunft des Problemlösers geschehen kann. Beispielsweise ist das Diagnostic Thinking Inventory (DTI) ein etabliertes Instrument zur Messung der klinischen Denkfähigkeit, es ist aber eine Selbstauskunft^{92,93}. Das *Modells für komplexes Problemlösen* kann als Assessment diagnostisch dazu verwendet werden, den Zustand des klinischen Denkens eines Studierenden zu erfassen.

Die zentrale Empfehlung dieser Studie für den Unterricht besteht darin, dass man die höheren kognitiven Tätigkeiten *Evaluation*, *Repräsentation* und *Integration* bei der Fallbearbeitung fördert. Da man für *Evaluation* und *Integration* eine *Repräsentation* benötigt, ist es am Wichtigsten die *Repräsentation* zu fördern. Dies kann zum einen durch Lernen am Modell geschehen, d.h. man lernt durch ein Vorbild, beispielsweise durch einen Arzt, der laut denkend einen Fall löst. Die andere Möglichkeit ist, dass man selber einen Fall bearbeitet und dabei analysiert und unterstützt wird. Lernen am Modell kann auch geschehen, indem Beispiele ausgearbeitet werden, an denen die Vorgehensweise des Experten bzw. des Modells erkennbar wird, sogenannte „Worked Examples“^{4,94}. Diese Methode wurde öfters verwendet um das Problemlösen Studierender zu optimieren³. Lernen am Modell ist auch in computerbasierter Lernumgebung möglich, und wurde bereits in der Lernsoftware CASUS realisiert (www.casus.eu)⁷. Wenn man in einem Seminar oder Tutorial als Studierender selber Fälle bearbeitet, kann dies durch die Laut-Denk Methode geschehen. Beispielsweise könnte in einem Seminar ein Studierender einen Fall lösen, der Dozent beobachtet ihn währenddessen und achtet auf das Vorkommen der höheren kognitiven Tätigkeiten. Danach gibt er Feedback. Er kann auch in der Fallbearbeitung unterbrechen und instruieren, die fehlende Tätigkeit zu ergänzen. Hier bieten sich viele Möglichkeiten. Dieses Vorgehen stellt eine hohe Anforderung an den Dozenten dar. Aber dafür könnte man in einem solchen Unterricht die kognitiven Tätigkeiten zurückverfolgen, die Studierende im medizinischen Problemlöseprozess vollziehen, und ihnen so individuell helfen. Man könnte ihnen an dem Punkt ihrer Entwicklung, an dem sie stehen, den nächsten Schritt ermöglichen. In den derzeitigen pädagogischen Unterrichtsstrategien liegt der Fokus oft auf der richtigen Lösung einer

Fallbearbeitung, und weniger auf dem Prozess, der zur richtigen Lösung führt^{2,4}. Mit einem Ansatz, der dagegen auch den Prozess zurückverfolgen kann, kann man genauer als Feedback geben, welcher Prozess zur falschen beziehungsweise richtigen Lösung geführt hat.

In einer ähnlichen Art kann die Anwendung im klinischen Setting geschehen, in Bedside-Teaching und klinischen Praktika. Lernen am Modell kann u. A. in der Visite am Patienten oder in der Kurvenvisite geschehen, indem das Modell, z.B. der Stationsarzt, Wert darauf legt die höheren Tätigkeiten auszusprechen. Wenn der Studierende selber tätig sein soll, bietet sich die Patientenvorstellung an: eine Repräsentation der Probleme des Patienten. Wenn der Studierende beispielsweise im Bedside-Teaching auf einer Station einen Patienten befragt und untersucht, achtet der Dozent bei der Vorstellung darauf, ob der Studierende in der Lage ist, die Probleme des Patienten in kurzer Form wiederzugeben, ob er sich Gedanken gemacht hat, welche Untersuchungen gemacht wurden und welche Annahmen verifiziert wurden, und wie der Studierende den Patientenkontakt bzw. seine Fallvorstellung beendet hat. Es gibt bereits verschiedene Methoden, die im Aufbau der Handlungstheorie ähneln, und hierbei helfen sollen. „SNAPPS“ beispielsweise hilft, bei der Patientenvorstellung keine wesentlichen Informationen zu vergessen, und „OMP“ hilft dem Hörer, den Lerner zu führen⁹⁵. Nach der Vorstellung gibt der Dozent Feedback. Wiederum sind geschulte Dozenten für diese anspruchsvolle Aufgabe nötig. Für solchen Unterricht auf einer Station ist ein Setting von Vorteil, in dem die Studierenden möglichst den gesamten Verlauf des Patientenaufenthaltes begleiten können, um alle Stadien des Problemlöseprozesses durchlaufen zu können, und besonders die Evaluationen der zeitlich versetzten Untersuchungen und die Entlassung mitzuerleben. In Deutschland wurde ein solches Setting in den Ausbildungsstationen des Gemeinschaftskrankenhauses Herdecke realisiert (www.ausbildungsstation.de/)⁹⁶.

Die vorliegende Studie zeigt, dass die Mehrheit der Studierenden bereits in der Lage ist, auf höherer Ebene zu denken. Daher können Instruktion und Ermutigung in diese Richtung allein schon einen ressourcenorientierten Ansatz darstellen⁹⁷. Man arbeitet mit dem, was der Studierende schon teilweise kann, und setzt dort an, um ihm auf dem Weg zum kompetenten Arzt einen Schritt weiter zu helfen.

5 Literatur

1. Bowen, J. L. (2006). Educational strategies to promote clinical diagnostic reasoning. *The New England Journal of Medicine*, 355(21), 2217–2225.
2. Charlin, B., Lubarsky, S., Millette, B., Crevier, F., Audétat, M.-C., Charbonneau, A. Bourdy, C. (2012). Clinical reasoning processes: unravelling complexity through graphical representation. *Medical education*, 46(5), 454–63.
3. Barrows, H. S., Tamblyn, R. M. (1980). Problem-based learning: An approach to medical education. New York: Springer.
4. Van Gog T PF. Process-oriented worked examples: Improving transfer performance through enhanced understanding. *Instr Sci*. 2004;(32):83–98.
5. Fischer M. CASUS-An authoring and learning tool supporting diagnostic reasoning. *Z für Hochschuldidaktik*. 2000;(1):87–98.
6. Kassirer JP, Wong JB, Kopelman RI. Learning Clinical Reasoning. Second. Lippincott Williams & Wilkins; 2010.
7. Kopp V. Förderung von Diagnosekompetenz durch fallbasiertes Lernen mit ausgearbeiteten Lösungsbeispielen: Evaluation einer computerbasierten Lernumgebung. *Unterrichtswissenschaften*. 2009;37(1):17–34.
8. Gräsel C, Mandl H. Förderung des Erwerbs diagnostischer Strategien in fallbasierten Lernumgebungen. *Unterrichtswissenschaften*. 1993;(21):355–370.
9. Borleffs JCC, Custers EJFM, van Gijn J, ten Cate OTJ. „Clinical reasoning theater“: a new approach to clinical reasoning education. *Acad Med J Assoc Am Med Coll*. März 2003;78(3):322–5.
10. Hardin LE. Research in medical problem solving: a review. *J Vet Med Educ*. Januar 2003;30(3):230–5.
11. Barrows HS. A taxonomy of problem-based learning methods. *Med Educ*. November 1986;20(6):481–6.
12. Elstein AS, Schwarz A. Clinical problem solving and diagnostic decision making: selective review of the cognitive literature. *BMJ*. 23. März 2002;324(7339):729–32.
13. Elstein A, Shulman L, Sprafka S. Medical problem solving: an analysis of clinical reasoning. Camb MA Harv Univ Press. 1978.
14. Neufeld VR, Norman GR, Feightner JW, Barrows HS. Clinical problem-solving by medical students: a cross-sectional and longitudinal analysis. *Med Educ*. September 1981;15(5):315–22.
15. Cutler P. Problem solving in clinical medicine: from data to diagnosis. Baltimore: Williams & Wilkins; 1998.
16. Boshuizen HP, Claessen HF. Problems of research into medical problem solving: some remarks on theory and method. *Med Educ*. März 1982;16(2):81–7.

17. Gigerenzer G, Gray JAM. Better Doctors, Better Patients, Better Decisions: Envisioning Health Care 2020. MIT Press; 2011.
18. Betsch T, Funke J, Plessner H. Denken - Urteilen, Entscheiden, Problemlösen. Berlin; Heidelberg; New York, NY: Springer Medizin; 2011.
19. Schmidmaier R, Ebersbach R, Schiller M, Hege I, Holzer M, Fischer MR. Using electronic flashcards to promote learning in medical students: retesting versus restudying. *Med Educ*. November 2011;45(11):1101–10.
20. Schmidt HG, Norman GR, Boshuizen HP. A cognitive perspective on medical expertise: theory and implication. *Acad Med J Assoc Am Med Coll*. Oktober 1990;65(10):611–21.
21. Eva KW, Hatala RM, LeBlanc VR, Brooks LR. Teaching from the clinical reasoning literature: combined reasoning strategies help novice diagnosticians overcome misleading information. *Med Educ*. 1. Dezember 2007;41(12):1152–8.
22. Eva KW. What every teacher needs to know about clinical reasoning. *Med Educ*. Januar 2005;39(1):98–106.
23. Jacobson K, Fisher DL, Hoffman K, Tsoulas KD. Integrated Cases Section: a course designed to promote clinical reasoning in year 2 medical students. *Teach Learn Med*. Oktober 2010;22(4):312–6.
24. Norman G, Young M, Brooks L. Non-analytical models of clinical reasoning: the role of experience. *Med Educ*. 1. Dezember 2007;41(12):1140–5.
25. Norman G. Building on experience--the development of clinical reasoning. *N Engl J Med*. November 2006;355(21):2251–2.
26. Gräsel C. Problemorientiertes Lernen: Strategieranwendung und Gestaltungsmöglichkeiten. Hogrefe; 1997.
27. Higgs J. Clinical reasoning in the health professions. 3rd ed. Edinburgh ; New York: Elsevier, Churchill Livingstone; 2008.
28. Koole S, Dornan T, Aper L, Scherpbier A, Valcke M, Cohen-Schotanus J, u. a. Does reflection have an effect upon case-solving abilities of undergraduate medical students? *BMC Med Educ*. 2012;12:75.
29. Mamede S, Schmidt HG, Penaforte JC. Effects of reflective practice on the accuracy of medical diagnoses. *Med Educ*. Mai 2008;42(5):468–75.
30. Mamede S, Schmidt HG, Rikers RMJP, Penaforte JC, Coelho-Filho JM. Breaking down automaticity: case ambiguity and the shift to reflective approaches in clinical reasoning. *Med Educ*. Dezember 2007;41(12):1185–92.
31. Dore KL, Brooks LR, Weaver B, Norman GR. Influence of familiar features on diagnosis: instantiated features in an applied setting. *J Exp Psychol Appl*. März 2012;18(1):109–25.
32. Young ME, Brooks LR, Norman GR. The influence of familiar non-diagnostic information on the diagnostic decisions of novices. *Med Educ*. April 2011;45(4):407–14.

33. Bordage G, Lemieux M. Some cognitive characteristics of medical students with and without diagnostic reasoning difficulties. *Res Med Educ Proc Annu Conf Conf Res Med Educ.* 1986;25:185–90.
34. Gabriel A, Violato C. Problem-solving strategies in psychiatry: differences between experts and novices in diagnostic accuracy and reasoning. *Adv Med Educ Pr.* 2013;4:11–6.
35. Harasym PH, Tsai T-C, Hemmati P. Current trends in developing medical students' critical thinking abilities. *Kaohsiung J Med Sci.* Juli 2008;24(7):341–55.
36. Pottier P, Planchon B. Description of the mental processes occurring during clinical reasoning. *Rev Médecine Interne Fondée Par Société Natl Francaise Médecine Interne.* Juni 2011;32(6):383–90.
37. Kassirer JP. Teaching clinical reasoning: case-based and coached. *Acad Med J Assoc Am Med Coll.* Juli 2010;85(7):1118–24.
38. Van Gessel E, Nendaz MR, Vermeulen B, Junod A, Vu NV. Development of clinical reasoning from the basic sciences to the clerkships: a longitudinal assessment of medical students' needs and self-perception after a transitional learning unit. *Med Educ.* November 2003;37(11):966–74.
39. Polya G. *How to Solve It.* Princeton University Press; 1945.
40. Funke J. *Problemlösendes Denken.* 1., Aufl. Kohlhammer; 2003.
41. Krapp A, Weidenmann B. *Pädagogische Psychologie: Ein Lehrbuch.* 5., vollständig überarbeitete Auflage. Beltz Psychologie Verlags Union; 2006.
42. Frensch P, Funke J. *Complex problem solving: The European perspective.* 1995; Hillsdale NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
43. Dörner D. *Bauplan für eine Seele.* Reinbek bei Hamburg: Rowohlt-Taschenbuch-Verl.; 1999.
44. Dewey J. *How we think.* Mineola, N.Y.: Dover Publications; 1997.
45. Anderson V, Jacobs R, Anderson P. *Executive Functions and the Frontal Lobes: A Lifespan Perspective.* 1. Aufl. Psychology Press; 2008.
46. Bugdahl V. *Praxisbuch: Kreatives Problemlösen im Unterricht.* Cornelsen Lehrbuch; 1995.
47. Schoenfeld AH. *How We Think: A Theory of Goal-Oriented Decision Making and Its Educational Applications.* Routledge; 2010.
48. Schoenfeld A. *Mathematical Problem Solving.* Academic Pr; 1985.
49. Muir T, Beswick K, Williamson J. "I'm not very good at solving problems": An exploration of students' problem solving behaviours. *J Math Behav.* 2008;27(3):228–41.

50. Schoenfeld AH. Learning to think mathematically: Problem solving, metacognition, and sense-making in mathematics. New York MacMillan. 1992;In D. Grouws (Ed.), (Handbook for Research on Mathematics Teaching and Learning):334–70.
51. Rott B. Mathematisches Problemlösen. Ergebnisse einer empirischen Studie. Münster: WTM Verlag für wissenschaftliche Texte und Medien; 2013.
52. Walzebug C. Mathematische Problemlöseprozesse von 6. Klässlern. Eine Untersuchung zu Vorgehensweisen und Schwierigkeiten bei der Bearbeitung arithmetischer Probleme. Beiträge Zum Math Online. 2010;907–10.
53. Groves M. Understanding clinical reasoning: the next step in working out how it really works. Med Educ. Mai 2012;46(5):444–6.
54. Charlin B, Boshuizen HPA, Custers EJ, Feltovich PJ. Scripts and clinical reasoning. Med Educ. Dezember 2007;41(12):1178–84.
55. Kim K-J, Kee C. Evaluation of an e-PBL model to promote individual reasoning. Med Teach. 2013;35(3):e978–983.
56. Klegeris A, Bahniwal M, Hurren H. Improvement in generic problem-solving abilities of students by use of tutor-less problem-based learning in a large classroom setting. CBE Life Sci Educ. 2013;12(1):73–9.
57. Chamberland M, St-Onge C, Setrakian J, Lanthier L, Bergeron L, Bourget A, u. a. The influence of medical students' self-explanations on diagnostic performance. Med Educ. Juli 2011;45(7):688–95.
58. Flick U. Handbuch qualitative Sozialforschung: Grundlagen, Konzepte, Methoden und Anwendungen. Weinheim: Beltz, Psychologie-Verl.-Union; 2012.
59. Kern, Bass, Thomas, Howard. Curriculum development for medical education. Baltimore: 1998. Johns Hopkins Univ Pr. 1998;
58. Blech, C. (2010). Komplexes Problemlösen in Situationen mit Zielkonflikt. Dissertation, Heidelberg.
61. Aretz H. Problem-Based Learning - Is it Relevant to Clinical Education? Z Für Med Ausbild GMS. 2003;(20):186–93.
62. Karszes J. Steps to change: analyze and problem solve. East DairyBusiness Manag. 2010;(February):2–3.
63. Ericsson K, Simon H. Protocol Analysis: Verbal Reports as Data. 2nd Aufl. Boston: MIT Press; 1993.
64. Heusser P. Anthroposophische Medizin und Wissenschaft. Stuttgart: Schattauer; 2011.
65. Dittmar, N. (2002). Transkription. Ein Leitfaden mit Aufgaben für Studenten, Forscher und Laien. Opladen: Leske und Budrich.
66. Przyborski A, Wohlrab-Sahr M. Qualitative Sozialforschung: Ein Arbeitsbuch. korrigierte Auflage. Oldenbourg Wissenschaftsverlag; 2010.

67. Mayring P. Qualitative Inhaltsanalyse: Grundlagen und Techniken. 11., neu ausgestattete Auflage. Beltz; 2010.
68. Hmelo-Silver CE, Barrows HS. Facilitating Collaborative Knowledge Building. *Cogn Instr.* 2008;26(1):48–94.
69. Visschers-Pleijers AJSF, Dolmans DHJM, Leng BA, Wolfhagen IHAP, Vleuten CPM. Analysis of verbal interactions in tutorial groups: a process study. *Med Educ.* 1. Februar 2006;40(2):129–37.
70. Arocha JF, Wang D, Patel VL. Identifying reasoning strategies in medical decision making: A methodological guide. *J Biomed Inform.* April 2005;38(2):154–71.
71. Evans DA, Gadd CS. Managing coherence and context in medical problem-solving discourse. In: Evans DA, Patel VL, Herausgeber. *Cogn Sci Med Biomed Model.* Cambridge, MA, US: The MIT Press; 1989. S. 211–55.
72. Arocha JF, Patel VL. Novice Diagnostic Reasoning in Medicine: Accounting for Evidence. *J Learn Sci.* 1995;4(4):355–84.
73. Steiner R. Grundlinien einer Erkenntnistheorie der Goetheschen Weltanschauung: mit besonderer Rücksicht auf Schiller. Dornach/Schweiz: Rudolf-Steiner-Verlag; 1980.
74. Hashem A, Chi MTH, Friedman CP. Medical errors as a result of specialization. *J Biomed Inform.* April 2003;36(1-2):61–9.
75. van de Wiel, Boishuizen, Schmidt. Knowledge restructuring in expertise development: Evidence from pathophysiological representations of clinical cases by students and physicians. *Eur J Cogn Psychol* 12 3 323-355. 2000;
76. Boshuizen HPA, Schmidt HG. On the Role of Biomedical Knowledge in Clinical Reasoning by Experts, Intermediates and Novices. *Cogn Sci.* 1992;16(2):153–84.
77. Wimmers PF, Splinter TAW, Hancock GR, Schmidt HG. Clinical competence: general ability or case-specific? *Adv Health Sci Educ Theory Pract.* August 2007;12(3):299–314.
78. Berner ES, Bligh TJ, Guerin RO. An indication for a process dimension in medical problem-solving. *Med Educ.* September 1977;11(5):324–8.
79. Norman GR, Tugwell P, Feightner JW, Muzzin LJ, Jacoby LL. Knowledge and clinical problem-solving. *Med Educ.* 1985;19(5):344–56.
80. Broom A. Using qualitative interviews in CAM research: a guide to study design, data collection and data analysis. *Complement Ther Med.* März 2005;13(1):65–73.
81. Burford HJ, Ingenito AJ, Williams PB. Development and evaluation of patient-oriented problem-solving materials in pharmacology. *Acad Med J Assoc Am Med Coll.* November 1990;65(11):689–93.
82. Zhang Z, Liu W, Han J, Guo S, Wu Y. A trial of patient-oriented problem-solving system for immunology teaching in China: a comparison with dialectic lectures. *BMC Med Educ.* 2013;13:11.

83. Abendroth M, Harendza S, Riemer M. Clinical decision making: a pilot e-learning study. *Clin Teach*. Februar 2013;10(1):51–5.
84. Forsberg E, Georg C, Ziegert K, Fors U. Virtual patients for assessment of clinical reasoning in nursing -- a pilot study. *Nurse Educ Today*. November 2011;31(8):757–62.
85. Heuer AJ, Geisler S, Kamienski M, Langevin D, O’Sullivan Maillet J. Introducing medical students to the interdisciplinary health care team: piloting a case-based approach. *J Allied Health*. 2010;39(2):76–81.
86. Okubo Y, Ishiguro N, Suganuma T, Nishikawa T, Takubo T, Kojimahara N, u. a. Team-based learning, a learning strategy for clinical reasoning, in students with problem-based learning tutorial experiences. *Tohoku J Exp Med*. 2012;227(1):23–9.
87. Davis MH. AMEE Medical Education Guide No. 15: Problem-based learning: a practical guide. *Med Teach*. 1999;21(2):130–40.
88. Norman GR, Schmidt HG. The psychological basis of problem-based learning: a review of the evidence. *Acad Med J Assoc Am Med Coll*. September 1992;67(9):557–65.
89. Wood DF. ABC of learning and teaching in medicine: Problem based learning. *BMJ*. 8. Februar 2003;326(7384):328–30.
90. Groves M, Scott I, Alexander H. Assessing clinical reasoning: a method to monitor its development in a PBL curriculum. *Med Teach*. September 2002;24(5):507–15.
91. Humbert AJ, Johnson MT, Miech E, Friedberg F, Grackin JA, Seidman PA. Assessment of clinical reasoning: A Script Concordance test designed for pre-clinical medical students. *Med Teach*. 2011;33(6):472–7.
92. Bordage G, Grant J, Marsden P. Quantitative assessment of diagnostic ability. *Med Educ*. September 1990;24(5):413–25.
93. Marsden P. The diagnostic thinking inventory. *Br J Hosp Med*. 4. März 1992;47(5):389.
94. Paas F, Van Gog T. Recent worked examples research: Managing cognitive load to foster learning and transfer. *Learning and Instruction*. 2006;16(2).
95. Bannister SL, Hanson JL, Maloney CG, Raszka WV Jr. Using the student case presentation to enhance diagnostic reasoning. *Pediatrics*. August 2011;128(2):211–3.
96. Scheffer C, Tauschel D, Cysarz D, Hahn E, Längler A, Riechmann M, u. a. Lernen durch aktive Partizipation in der klinischen Patientenversorgung - Machbarkeitsstudie einer internistischen PJ-Ausbildungsstation. *GMS Z Med Ausbild*. 2009;26(3):Doc31.
97. Rogers CR, Lyon HC, Tausch R. On becoming an effective teacher - Person-Centered Teaching, Psychology, Philosophy, and Dialogues with Carl R. Rogers. New York: Routledge; 2013.

6 Anhang : Beispieltranskripte und Falltexte

Als ergänzende Materialien finden sich im Folgenden zwei kodierte Beispieltranskripte und die ersten Seite der drei klinischen Fälle.

6.1 Zwei Beispieltranskripte

Die Verlaufsdarstellungen zu diesen Transkripten finden sich im Ergebnisteil unter 3.3. Sie sind hier zur Veranschaulichung im Originalzustand (dem Kodierleitfaden entsprechende Schreibweise wie z.B. durchgehende Kleinschreibung) dargestellt, so wie sie transkribiert und in der Transkriptionssoftware „f4“ entsprechend den kodierten Abschnitte mit Zeitmarken versehen wurden. Zu Anfang jedes kodierten Abschnittes steht/steht die kodierte/n kognitive/n Tätigkeit/en.

Erstes Transkript (unvollständiges Modell)

VP6 R2, Fall 2

1. EINDRUCK 00:17:56-7

[Benennung] frau professor aha sympathisch wenn die ausgebildet ist ist gut kreatinin und harnstoff ((liest, redet leise vor sich hin)) 00:19:07-8

[Planung; Implementierung] ich würde die anamnese weiter fortführen, patientin, ähm fragen wie es ihr geht, wie ähm ja erst mal weiter anamnese machen, bevor ich in die psychiatrische oder psychologische(?) anamnese würde ich einsteigen und zwar die patientin fragen, wie sie sich fühlt, ähm ob sie die medikamente in letzter zeit irgendwas schlecht geworden ist ich würde eine anamnese machen

ANAMNESE 2 00:19:52-2

[Benennung] ((liest, redet leise)) trinkt wenig, aha ((liest)) khk, mhm, stabile khk kniebeschwerden ((liest)) genau ob man für sie was tun kann frau tschudin 00:21:37-7

[Implementierung] ja man kann auf jeden fall was für sie tun, und zwar hmm bevor wir was machen würde ich ein paar untersuchungen haben und zwar ähm ich würde blutbild und labor abnehmen körperlich untersuchen, also ähm herz, lunge, abdomen, nieren abklopfen, mmh neurologischen status erheben, ähm ödeme schauen, sind ödeme da also erst mal körperlich untersuchung.

KÖRPERLICHE UNTERSUCHUNG 00:22:33-7

[Benennung] ((liest)) nierenlager nicht klopfschmerzhaft das ist gut, keine ödeme, aha,

BLUTBILD 00:23:30-8

[Benennung] natrium ist in ordnung, kalium ist in ordnung, kreatinin das ist erhöht, das ist nicht gut, harnstoff ist erhöht genau das gleiche calcium ist im normbereich das ist gut, crp ist erhöht also sie hat ja auch fieber ((unverständlich)) sie hat ein fieber ((unverständlich)) entzündung albumin ist in ordnung ,das ist gut, gamma-gt das ist leicht erhöht cholesterin klar erythrozyten sind erniedrigt mcv ähm c äh korpuskuläre konzentration ist normal aber das war erhöht okay ((unverständlich)) anämie ((unverständlich)) eosinophile 00:25:17-1

[nicht kodiert]((unverständlich)) 00:25:37-2

[Analyse] also ich habe jetzt einen verdacht also das also meine patientin hat ein normales kalium harnstoff und kreatinin sind erhöht, also das bedeutet dass irgendwie die niere ist nicht richtig schafft die arbeit nicht richtig ähm depressive episode angegeben bei ihr ist noch bekannt, dass sie eine leichte chronische nierenschädigung genau das würde dazu passen, würde den nieren((unverständlich)) erklären die leberschädigung hat damit nichts zu tun, ((unverständlich)) ((unverständlich)) ähm gfr oh scheiße ((entschuldigt sich)) gfr ist erniedrigt also die niere ist gar nicht gar nicht versorgt also hmm ähm 00:26:59-9

[Implementierung] also ich würde von ihr eine sonographie jetzt, sonographie des abdomens machen, eventuell und sonographie des äh äh thorax ich mache erst mal sonographie des abdomens

SONOGRAPHIE 00:27:19-8

[Benennung; Evaluation] spricht für chronische nierenschädigung kein harnstau, keine nierensteine kein hinweis auf freie flüssigkeit, blase sehr gering gefüllt. 00:27:38-8

[Evaluation] spricht alles ähm gegen eine postrenale ursache und das erklärt, dass wir also ich kann ja jetzt nicht sagen, ob das prärenal war eben oder oder ähm intrarenal ist aber das herz, frequenz mit 100 pro minute 00:28:17-7

Zweites Transkript (vollständiges Modell)

VP3 R2 suaheli 58, Fall 2

00:11:45-5

[Benennung] zweiter fall. <fr. prof. dr. marjolein tschudin, 80 jahre. erster eindruck: fr. prof. dr. marjolein tschudin tritt ein. bei ihrem anblick freut sie sich offensichtlich, aber während des gesprächs wirkt sie nach innen gekehrt, blickt fast immer zum boden und spricht mit leiser, schwacher stimme. fr. tschudin ist vom psychiater zwei zimmer weiter zu ihnen überwiesen worden. im labor fiel ein akuter kreatinin- und harnstoffanstieg auf.> also denke ich sofort an die nieren. <sie ist bei ihrem kollegen wegen einer bipolaren affektive störung in behandlung manisch-depressiv. aktuell ist sie in der depressiven phase. geringe urinausscheidung, ca. 200 ml am tag, so viel wie ein kleiner becher.> 00:12:24-2

[Implementierung] ja, als erstes würde ich bei ihr auch wieder den urinstix machen, weil das am einfachsten ist, die einfachsten mittel in meiner praxis, wahrscheinlich, und würd schauen, ob da irgendwelche anzeichen für was bakterielles sind, oder eine proteinurie. ((bekommt anamnese und urinuntersuchung))

ANAMNESE 00:12:51-6

[Benennung; Analyse] <keine körperliche beschwerden, nur immer wieder diffuse bauchschmerzen. diurese abnehmend. keine dysurie. die patientin gibt an nur wenig zu trinken.> ja, das kann wahrscheinlich auch mit ihrer bipolaren störung zusammenhängen. wenn sie depressiv ist vergisst sie vielleicht das trinken.

<vorerkrankungen: eben diese störung, arteriosklerose khk, langjährige kniebeschwerden, knie-tep links vor drei jahren. leichte chronische nierenschädigung.> ach okay, die nierenschädigung ist also schon bekannt. und sie bekommt als medikamente morgens ass, ramipril, citalopram und lamotrigin, und abends nimmt sie ein neuroleptikum. okay, die schmerzmittel können, also das ass vor allen dingen, das kann auch auf die, und auch die ace hemmer können die nierenfunktion beeinflussen. <die patientin hat wiederkehrende motorische störungen der gesichtsmuskulatur leichtes zucken und feinschlägiger tremor beider hände. der psychiater vermutete nebenwirkungen der psychopharmaka, extrapyramidal-motorische störung. probeweise wurde vor einem monat die antidepressive medikation pausiert. fr. tschudin ist niederländerin, emeritierte professorin für linguistik, studierte in utrecht und hamburg, heiratete einen schweizer, der vor 7 jahren verstarb. keine kinder. lebt im

seniorenwohnheim.okay fr. tschudin fragt sie: was meinen sie, kann man noch etwas für mich tun?>
00:14:15-3

[Analyse] <keine körperliche beschwerden, ...kann man noch etwas für mich tun?> also, in ihrer anamnese fällt für mich auf, dass sie allein lebt ist bestimmt schlecht für ihre bipolare störung, und dass sie im seniorenwohnheim lebt, und dass ihr mann auch schon gestorben ist, dass sie keine kinder hat, und wenn sie auch jetzt schon so komisch fragt "kann man noch etwas für mich tun", also dann ist sie grad in der depressiven phase und das ist wahrscheinlich schlecht für die weitere adhärenz aber mal schauen. 00:14:39-2

[Implementierung] und, als nächstes

URINUNTERSUCHUNG 00:14:42-5

[Benennung] <leider hat die patientin keinerlei harndrang, sodass die urinuntersuchung ausfällt.> das ist natürlich schlecht. 00:14:49-5

[Repräsentation] warum ist sie jetzt nochmal zu uns gekommen überhaupt? wegen akuten kreatinin- und harnstoffanstieg. 00:14:56-2

[Implementierung] hm. also, es kann natürlich, wenn ich keine urinuntersuchungen mache, könnt ich auf jeden fall als nächstes ein sono machen und schauen ob die niere gestaut ist oder ob die, ob man vielleicht eine minderperfusion irgendwo erkennen kann, und ob deswegen die harn, äh die nierenwerte so schlecht sind.

SONOGRAPHIE 00:15:26-0

[Benennung] <etwas kleine nieren> okay? <kein hinweis auf harnstau, nierenstauung, steine. kein hinweis auf freie flüssigkeit, blase sehr gering gefüllt. vena cava stellt sich kollabiert dar.> 00:15:37-3

[Analyse; Evaluation] okay. also sie kommt ja auch... <vena cava stellt sich kollabiert dar.> vielleicht hat sie auch einen niedrigen blutdruck würde ich jetzt mal schätzen, und würd auch mal den blutdruck messen, und frag mich jetzt grad: warum die etwas kleinen nieren? wahrscheinlich durch minderperfusion, und deswegen sind die nieren klein, weil sie nicht mehr genug perfundiert werden und keine versorgung mehr kriegen. und deswegen ist auch der krea und der harnstoff angestiegen. was könnt ich da als nächstes für eine diagnostik machen? 00:16:23-9

[Implementierung] ich würd ihr auf jeden fall blut abnehmen, wenn sie schon mal da ist, und ich muss halt irgendwie die perfusion checken. also ich würd ihr blutdruck messen und blut abnehmen, und, ja. ((interviewer reicht labor u körperliche untersuchung an))

KÖRPERLICHE UNTERSUCHUNG 00:16:52-8

[Benennung; Analyse] <pupillen, nase und rachen o.p.b., wiederkehrendes zucken> das ist ja wegen den psychopharmaka. 00:16:59-3

[Benennung; Evaluation] <rein rhythmische herztöne, herzfrequenz HUNDERT.> das ist zu schnell. und 90/55 ist zu niedrig. ja, das dachte ich mir schon, weil die cava kollabiert ist. 00:17:14-6

[Benennung; Analyse] <seitengleich, keine dyspnoe.> also mit der lunge ist nichts. <abdomen o.p.b. nierenlager nicht klopfschmerzhaft.> also keine pyelonephritis. <keine bewegungseinschränkungen der extremitäten, keine gelenkschwellungen oder schmerzen.> also wahrscheinlich auch nichts was auf GICHT hindeuten würde oder arthrose oder sonstiges. <keine ödeme.>, spricht gegen eine herzinsuffizienz eher, und auch gegen nephrotisches syndrom. und bei der neurologischen untersuchung fällt auf dass sie wach ist, zu allen qualitäten orientiert ist, kooperativ ist, ja. außer dem tremor neurologisch unauffällig ist. 00:17:58-0

[Repräsentation] aber das mit dem puls und der herzfrequenz ist natürlich nicht so gut. 00:18:05-2

LABOR 00:18:08-9

[Benennung; Analyse] was fällt im labor auf? ah da habe ich noch ein vergleichslabor, okay. vom 30.04. und vom 06.05.2010. also sehe ich dass sie einen erhöhten blutzucker hat, aber ich weiß ja gerade nicht ob sie nüchtern zu dieser kontrolle gekommen ist. also mache ich da noch keine aussage, und außerdem ist kein diabetes bekannt. nein. 00:18:36-1

[Benennung; Evaluation] ja, ähm. harnstoff ist eben viel zu hoch auch im vergleich zur letzten untersuchung am 30.04., und krea ist auch zu hoch. ich mein, eine leichte nierenschädigung war schon bekannt. leichte chronische nierenschädigung, aber jetzt ist ja doppelt so hoch, also von 1,2 auf 3,2. die gfr ist auch viel zu niedrig mit unter 13., 00:19:02-8

[Benennung; Analyse] und calcium, naja. das crp ist gesunken, von letztes mal auf dieses mal. die gamma-gt ist ein bisschen zu hoch, die gamma-gt ist eigentlich für die leber wichtig, muss jetzt nicht unbedingt was heißen, aber was hier auch wieder ist, ist dass das cholesterin erhöht ist. und im blutbild fällt auf das sie zu wenig erys hat, und ja, letztes mal, vielleicht hatte sie letztes mal einen harnwegsinfekt oder irgendwas? crp? da war auch das crp höher, noch höher als jetzt und da hatte sie auch eosinophile vermehrt, und monozyten, vielleicht war da irgendwas anderes, als sie am 30.04. hier war. 00:20:07-0

[Repräsentation] aber jetzt aktuell, was mir am deutlichsten auffällt ist eben der harnstoff und kreaanstieg. ich überleg jetzt grad, wenn sie irgendwas anderes mit der niere schon hatte, ob sie vielleicht medikamente bekommen hat und das jetzt irgendeine nierenschädigung verursacht? aber da ist ja in der anamnese eigentlich nichts bekannt? von vorerkrankungen, 00:20:31-5

[Repräsentation; Integration] also tippe ich wahrscheinlich eher darauf dass es medikamentös ausgelöst ist. 00:20:37-1

[Integration] und zwar, dass sie, der ace hemmer ist ja ein blutdrucksenker, soviel ich weiß, und sie hat einen zu niedrigen blutdruck und reflektorisch deswegen eine erhöhte herzfrequenz. und der körper konzentriert sich darauf die lebenswichtigen organe zu versorgen, und es kommt deshalb zu einer minderperfusion der niere, und deswegen sind die nieren auch klein, wie es hier steht. und deswegen kann die niere ihre aufgabe nicht mehr erfüllen, weil sie selber nicht genug durchblutet wird, würd ich jetzt mal schätzen. also würd ich vielleicht, (ähm) bevor ich invasiv was mache würd ich wahrscheinlich versuchen den ace hemmer irgendwie anders zu dosieren und versuchen durch eine volumenersatztherapie irgendwie halt versuchen den blutdruck wieder zu normalisieren und dadurch die perfusion wieder zu gewährleisten. genau. 00:21:44-7

6.2 Die Falltexte der drei klinischen Fälle

Die Fälle begannen mit einem ersten Eindruck, gefolgt von einer Anamnese. Diese ersten Informationen von allen drei Fällen werden im Folgenden ohne Bild der Patienten wiedergegeben.

1. Fall

1. Seite: ERSTER EINDRUCK

Sie sind Arzt in einer Gemeinschaftspraxis mit 4 Kollegen, ein Psychiater, ein Kardiologe, ein Allgemeinmediziner und Sie selbst. Sie haben ihre 9-Uhr- Kaffee/Teepause beendet, und kehren erfrischt in ihr Sprechzimmer zurück.

Die nächste Patientin ist: Frau Annegret Kirsch, 52 J.

Frau Kirsch ist müde und erschöpft. Sie kommt in die Praxis, weil ihr Urin rot ist. Außerdem ist sie erkältet. Sie hatte schon mal vor einigen Monaten ein paar Tage lang roten Urin, aber da das von selbst wieder abgeklungen war, hatte sie sich nicht weiter darum gekümmert.

2. Seite: ANAMNESE

Frau Kirsch berichtet, dass ihr Urin seit 2 Tagen rot gefärbt sei. Schmerzen beim Wasserlassen verneint sie. Sie fühle sich auch nicht wie wenn sie Fieber hätte. Keine Stürze oder Unfälle in den letzten Monaten.

Vorerkrankungen: HWS-Schmerzsyndrom seit 4 J., physikalische Therapie. Vor 2 Jahren Uterus-exstirpation wegen multiplen Myomen.

Medikamente: Diclofenac retard 50 mg bei Bedarf .

Frau Kirsch arbeitet bei einer Nachrichtenagentur Vollzeit, ist alleinerziehende Mutter von 2 Söhnen im Alter von 13 und 18 Jahren. Das Verhältnis zum Vater der Kinder ist schwierig, auch fehlt Unterstützung aus der eigenen Familie.

Nikotinabusus seit dem 18 LJ, 13 Pack Years.

Alkohol gelegentlich. Viel Kaffee, 5-8 Tassen/d.

Anamnestisch kein Abusus von Medikamenten.

Frau Kirsch fragt warum der Urin rot ist.

„Hört das wieder auf? Wollen Sie noch etwas wissen?“

2. Fall

1. Seite: ERSTER EINDRUCK

Fr. Prof. Dr. Marjolein Tschudin, 80 J.

Erster Eindruck: Fr. Prof. Dr. Marjolein Tschudin tritt ein. Bei ihrem Anblick freut sie sich offensichtlich, aber während des Gespräches wirkt sie nach innen gekehrt, blickt fast immer zum Boden und spricht mit leiser, schwacher Stimme.

Fr. Tschudin ist vom Psychiater 2 Zimmer weiter zu Ihnen überwiesen worden. Im Labor fiel ein akuter Kreatinin- und Harnstoffanstieg auf. Sie ist bei Ihrem Kollegen wegen einer bipolaren affektive Störung in Behandlung (manisch-depressiv). Aktuell ist sie in der depressiven Phase. Geringe Urinausscheidung, ca. 200 ml am Tag (soviel wie ein kleiner Becher).

2. Seite: ANAMNESE

Keine körperliche Beschwerden, nur immer wieder diffuse Bauchschmerzen. Diurese abnehmend. Keine Dysurie. Die Patientin gibt an nur wenig zu trinken.

Vorerkrankungen: Bipolar affektive Störung, Arteriosklerose mit stabiler KHK, langjährige Kniebeschwerden, Knie- TEP links vor 3 Jahren. Leichte chronische Nierenschädigung.

Medikation:

- ASS 100 mg	1-0-0
- Ramipril 2,5 mg (ACE-Hemmer)	1-0-0
- Quetiapin 300 mg (atyp. Neuroleptikum)	0-0-1
- Citalopram 20 mg (SSRI)	1-0-0
- Lamotrigin 50 mg	1-0-0
(Antiepileptikum, zur Phasenprophylaxe)	

Die Patientin hat wiederkehrende motorische Störungen der Gesichtsmuskulatur (leichtes Zucken) und feinschlägiger Tremor beider Hände. Der Psychiater vermutete Nebenwirkungen der Psychopharmaka, EPMS (extrapyramidal-motorische Störung). Probeweise wurde vor einem Monat die antidepressive Medikation pausiert.

Fr. Tschudin ist Niederländerin, emeritierte Professorin für Linguistik, studierte in Utrecht und Hamburg, heiratete einen Schweizer, der vor 7 Jahren verstarb. Keine Kinder. Lebt im Seniorenwohnheim.

Fr. Tschudin fragt Sie: "Was meinen Sie, kann man noch etwas für mich tun?"

3. Fall

1. Seite: ERSTER EINDRUCK

Herr Gerrit Ohlmüller, 71 J.

Erster Eindruck: In Ihr Sprechzimmer kommt ein großer und kräftiger Mann. Er wirkt gutmütig auf Sie, und spricht bayerisch. Fester Händedruck.

Herr Ohlmüller kommt mit schwer zu stillendem Nasenbluten. Das Nasenbluten hörte erst nach 3 Stunden ganz auf. Dann fuhr ihn seine Frau zur Praxis. Er hatte das schon mal gehabt, aber weniger stark.

Außerdem habe er seit 1 Monat Juckreiz an Armen und Beinen.

2. Seite: ANAMNESE Teil 1:

Diagnosen:

- Diabetes Mellitus Typ 2, Erstdiagnose vor 3 Monaten
- Polyneuropathie beide Füße
- Hypertonus, rezidivierende hypertensive Entgleisungen
- Hypertensive Herzerkrankung (linksventrikuläre Hypertrophie)
- PAVK (Periphere arterielle Verschlusskrankheit). Schmerzen in beiden Füßen bei längerem Gehen.
- Arteriosklerose. Stenosen Arteria femoralis superficialis links und Arteria renalis links.
Rekanalisation Stenting Arteria femoralis superficialis 2007. Regelmäßige Kontrollen.
- Rechtsschenkelblock
- Hyperlipidämie

Medikation:

- Carmen 10 mg (ACE-Hemmer)	1-0-1
- Torasemid 20 mg (Schleifendiuretikum)	1-1-0
- Valsartan 80 mg (A1-Antagonist)	1-0-0
- Metoprolol 95 mg ret. (Beta-Blocker)	1-0-½
- HCT 25 mg (Diuretikum)	½-0-0

- | | |
|--|----------|
| - Kalinor retard (Kaliumtabletten) | 2-0-0 |
| - Minoxidil | |
| (Reservemittel therapieresistenter Hypertonus) | |
| - Metamizol Tropfen (NSAR) | 20-20-20 |
| - Metformin 500 mg (Antidiabetikum) | 1-0-0 |
| - Gabapentin 300 mg | 1-1-1 |
| (Antiepileptikum, auch für Schmerzen und Depressionen) | |

3. Seite: ANAMNESE Teil 2:

Herr Ohlmüller lebt mit seiner Frau, hat 3 Kinder (2 Töchter, ein Sohn). Rentner, war Verwaltungsangestellter in einer Anwaltskanzlei.

Vater: Diabetes, starb an Herzinfarkt.

Mutter: starb an Darmkrebs.

Nikotin: seit 16. LJ tägl. 5-10 Zigaretten, Alkohol: 1 Glas Bier/d.

Allergien: „ja, ich hatte mal eine allergische Reaktion gegen ein Medikament, wie hieß das noch mal, ... Ramipril, genau! Das war ähnlich mit dem Jucken damals. Sie, könnte das nicht von dem Medikament kommen, dass es mich jetzt so juckt? Ich habe erst neulich ein Neues bekommen, bei der Kontrolle im Krankenhaus.“

Sie schauen in den Arztbrief. Neu angesetzt: Gabapentin. Es könnte wirklich eine Erklärung für den Juckreiz sein. Sie setzen es probeweise ab.

Urin: wenig Urinausscheidung, <1 l/d.

6.3 Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Dissertation selbständig angefertigt habe. Es wurden nur die in der Arbeit ausdrücklich benannten Quellen und Hilfsmittel benutzt. Wörtlich oder sinngemäß übernommenes Gedankengut habe ich als solches kenntlich gemacht.

Herdecke, April 2014

7 Danksagung

Ich danke allen Menschen, die mir durch ihre Hilfe und Unterstützung diese Arbeit ermöglicht haben und mich von Dezember 2008 bis zur Fertigstellung der Arbeit begleitet haben, auch denen, die im Folgenden nicht genannt werden!

Ich danke zuerst Prof. Dr. med. Ralf Schmidmaier, meinem Doktorvater, der für mich immer erreichbar war, mich förderte und mir ein Vorbild in wissenschaftlicher Arbeitsweise war. Meinem Betreuer Jan Kiesewetter für die engagierte Hilfe und Begleitung. Prof. Dr. med. Martin Fischer für die Idee, dem klinischen Denken Medizinstudierender auf diese Weise auf den Grund zu gehen, und für die Unterstützung als kompetenter Mentor. Ferner danke ich Anja Görlitz, Harold C. Lyon und Nicole Heitzmann, die ihre Expertise in Clinical Reasoning einbrachten. Miriam Schiller für die Zusammenarbeit bei Experimenten und Transkription. Dorothea Lipp für die Hilfe bei Kodierung und Auswertung der Transkripte. Matthias Holzer danke für die Hilfe in der Statistik. Ferner Tatjana Noeldecke (Experimente), Daniel Bauer und dem Lehrstuhl „Didaktik und Ausbildungsforschung in der Medizin“ der LMU München.

Ich danke auch den Menschen, die außerhalb des Lehrstuhls für mich da waren und ihre Kraft in das Projekt eingebracht haben. Da wäre zuerst meine liebe Freundin Stephanie Matthews. Ich danke meinen Eltern Ramata und Dietrich sowie ihren Eltern Wendy und Andrew sowie meinem Bruder David. Des Weiteren gilt mein Dank Johannes Weinzirl (Arzt), Christof Garbers (Arzt), Christof Kaiser (Psychologe), Stefan Schindler (Arzt, Informatik) und Lina Kahan (Ärztin), mit denen ich über den Verlauf der Arbeit und über Methodik diskutieren konnte, Anna-Li Tu und Bettina Berger (beide UWH Witten-Herdecke) für die Informationen über qualitative Forschung.

Fachliche Hilfe erhielt ich von der Allgemeinärztin Uta Simons für die Fallerstellung, und vom Nephrologen Andreas Heller für die korrekte Lösung der Fälle. Dagmar Rolle als POL-Expertin der Charité Berlin gab der Arbeit mit ihrem pädagogischen und psychologischen Wissen neue Impulse.

Finanzielle und menschliche Unterstützung, die mir den Freiraum gaben an der Dissertation zu arbeiten, danke ich meinem Onkel Hans-Helmut Ebersbach und seiner Frau Ursula, dem Lehrstuhl für „Didaktik und Ausbildungsforschung in der Medizin“ sowie der „Initiative zur Ausbildung in Anthroposophischer Medizin e.V.“.

Und natürlich danke ich den Studenten selber, die an dem Experiment teilgenommen haben! Durchweg kooperative Studenten, deren positives Feedback mir die Wichtigkeit dieser Forschung für den Unterricht verdeutlichte. Ich danke den Probanden der Pilotstudie, die ohne finanzielle Aufwandsentschädigung teilnahmen: Anna Gloning, Maike Schreckenberger, Esther Seufert, Niklas Bruchner, Lisa Gloning, Dorothea Lipp, Daniel Fischer, Sahar Mahmoodzah, Lucia Gahbler, Tatjana Noeldecke und Partner Ulli, Manuel Caranza und Dorothea Müller.